

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

27.10.2004

REC'D 18 NOV 2004

WIPO PCT

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2003年10月31日

出 願 番 号
Application Number: 特願2003-372558
[ST. 10/C]: [JP2003-372558]

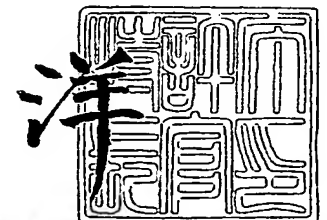
出 願 人
Applicant(s): 出光興産株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 8月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

小 川



BEST AVAILABLE COPY

【書類名】 特許願
【整理番号】 IK6103
【提出日】 平成15年10月31日
【あて先】 特許庁長官 殿
【国際特許分類】 H01L 21/331
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県袖ヶ浦市上泉 1 2 8 0 番地
 【氏名】 中村 浩昭
【発明者】
 【住所又は居所】 千葉県袖ヶ浦市上泉 1 2 8 0 番地
 【氏名】 山本 弘志
【特許出願人】
 【識別番号】 000183646
 【氏名又は名称】 出光興産株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100078732
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 大谷 保
【選任した代理人】
 【識別番号】 100081765
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 東平 正道
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 003171
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 0000937
 【包括委任状番号】 0000761

【書類名】 特許請求の範囲

【請求項 1】

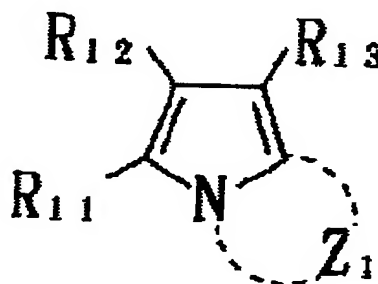
少なくとも基板上にゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の 3 端子、絶縁体層及び有機半導体層が設けられ、ソースドレイン間電流をゲート電極に電圧を印加することによって制御する薄膜トランジスタにおいて、前記有機半導体層が、縮合部位に窒素原子を有する 5 員環と 5 員環又は 6 員環とが縮合した含窒素ヘテロ環化合物を含む有機薄膜トランジスタ。

【請求項 2】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式 (I) で表される化合物である請求項 1 に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化 1】

一般式 (I)



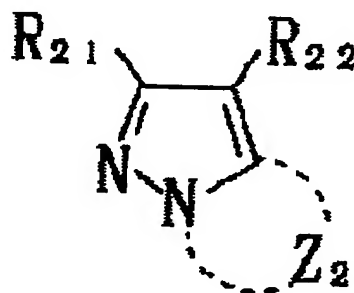
(式中、 R_{11} 、 R_{12} 及び R_{13} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。 Z_1 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【請求項 3】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式 (II) で表される化合物である請求項 1 に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化 2】

一般式 (II)



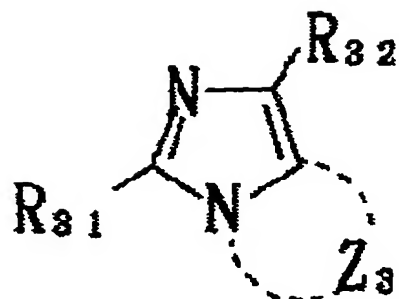
(式中、 R_{21} 及び R_{22} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。 Z_2 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【請求項 4】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式 (III) で表される化合物である請求項 1 に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化3】

一般式 (III)



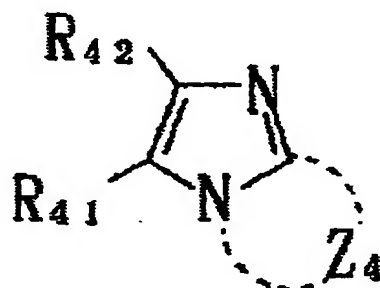
(式中、R₃₁及びR₃₂は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。Z₃は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【請求項5】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式(IV)で表される化合物である請求項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化4】

一般式 (IV)



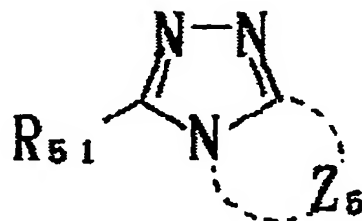
(式中、R₄₁及びR₄₂は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。Z₄は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【請求項6】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式(V)で表される化合物である請求項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化5】

一般式 (V)



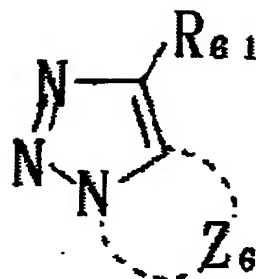
(式中、R₅₁は水素原子又は置換基を表す。Z₅は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【請求項7】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式(VI)で表される化合物である請求項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化6】

一般式 (VI)



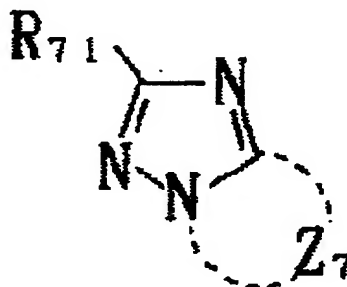
(式中、 R_{61} は水素原子又は置換基を表す。 Z_6 は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【請求項8】

前記含窒素ヘテロ環化合物が、下記一般式(VII)で表される化合物である請求項1に記載の有機薄膜トランジスタ。

【化7】

一般式 (VII)



(式中、 R_{71} は水素原子又は置換基を表す。 Z_7 は5員環又は6員環を形成する基を表す。)

【書類名】明細書

【発明の名称】有機薄膜トランジスタ

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機半導体層を有する有機薄膜トランジスタに関し、特に、高い電子移動度を有する化合物を含み高速動作が可能な有機薄膜トランジスタに関するものである。

【背景技術】

【0002】

薄膜トランジスタ (TFT) は、液晶表示装置等の表示用のスイッチング素子として広く用いられている。従来の代表的な TFT の断面構造を図 8 に示す。同図に示すように、TFT は、基板上にゲート電極及び絶縁体層をこの順に有し、絶縁体層上に、所定の間隔をあけて形成されたソース電極及びドレイン電極を有している。双方の電極の一部表面を含み、電極間に露出する絶縁体層上には、半導体層が形成されている。このような構成の TFT では、半導体層がチャネル領域を成しており、ゲート電極に印加される電圧でソース電極とドレイン電極の間に流れる電流が制御されることによってオン/オフ動作する。このように動作する型のトランジスタは一般に電界効果トランジスタ (FET) と呼ばれる。この FET は、流れる電流が電子か、正孔かにより n 型 FET 及び p 型 FET の 2 種類が知られており、2 種類の FET はしばしば 1 対で用いられ、それは CMOS として知られており、CMOS を用いると低消費電力で駆動する回路が実現できるため現在の集積回路には欠くことのできない技術となっている。

従来、この TFT は、アモルファスや多結晶のシリコンを用いて作製されていたが、このようなシリコンを用いた TFT の作製に用いられる CVD 装置は、非常に高額であり、TFT を用いた表示装置等の大型化は、製造コストの大幅な増加を伴うという問題点があった。また、アモルファスや多結晶のシリコンを成膜するプロセスは非常に高い温度下で行われるので、基板として使用可能な材料の種類が限られてしまうため、軽量の樹脂基板等は使用できないという問題があった。

【0003】

このような問題を解決するために、アモルファスや多結晶のシリコンに代えて有機物を用いた TFT が提案されている。有機物で TFT を形成する際に用いる成膜方法として真空蒸着法や塗布法等が知られているが、これらの成膜方法によれば、製造コストの上昇を抑えつつ素子の大型化が実現可能になり、成膜時に必要となるプロセス温度を比較的低温にすることができる。このため、有機物を用いた TFT では、基板に用いる材料の選択時の制限が少ないといった利点があり、その実用化が期待されており、有機物を用いた TFT について盛んに報告されるようになり、例えば、非特許文献 1～15などを挙げることができる。

また、TFT の有機化合物層に用いる有機物としては、共役系ポリマーやチオフェンなどの多量体 (特許文献 1～5 等)、金属フタロシアニン化合物 (特許文献 6 等)、ペンタセンなどの縮合芳香族炭化水素 (特許文献 7 及び 8 等) などが、単体又は他の化合物との混合物の状態で用いられている。ところがこのような TFT に用いられている有機物はそのほとんどが p 型 FET の材料であり、n 型 FET の材料は非常に限られておりその性能を表す移動度も小さい。n 型 FET の材料としては、例えば、特許文献 9 には、1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボキシルジアンヒドライド (NTCDA)、11,11,12,12-テトラシアノナフト-2,6-キノジメタン (TCNNQD)、1,4,5,8-ナフタレンテトラカルボキシルジイミド (NTCDI) 等が開示されており、特許文献 10 には、フッ素化フタロシアニンが開示されているにすぎない。

一方、同じように電子伝導を用いるデバイスとして有機エレクトロルミネッセンス (EL) 素子があるが、有機 EL 素子が、一般に 100 nm 以下の超薄膜の膜厚方向に 10^6 V/cm 以上の強電界をかけ強制的に電荷を流しているのに対し、有機 TFT の場合には数 μ m 以上の距離を 10^5 V/cm 以下の電界で高速に電荷を流す必要があり、有機物自体に、さらなる電導性が必要になる。

しかしながら、従来の n 型有機 TFT における上記化合物は電子を移動させる能力に乏しく、電子の電界効果移動度が小さく、応答速度が遅く、トランジスタとしての高速応答性に問題があった。また、オン／オフ比も小さかった。ここで言うオン／オフ比とは、ゲート電圧かけたとき（オン）のソースドレイン間に流れる電流を、ゲート電圧をかけないとき（オフ）のソースドレイン間に流れる電流で割った値であり、オン電流とは通常はゲート電圧を増加させていき、ソースドレイン間に流れる電流が飽和したときの電流値（飽和電流）のことである。

【0004】

- 【特許文献 1】特開平8-228034号公報
- 【特許文献 2】特開平8-228035号公報
- 【特許文献 3】特開平9-232589号公報
- 【特許文献 4】特開平10-125924号公報
- 【特許文献 5】特開平10-190001号公報
- 【特許文献 6】特開2000-174277号公報
- 【特許文献 7】特開平5-55568号公報
- 【特許文献 8】特開2001-94107号公報
- 【特許文献 9】特開平10-135481号公報
- 【特許文献 10】特開平11-251601号公報

【0005】

- 【非特許文献 1】F. Ebisawa ら, Journal of Applied Physics, 54 巻, 3255 頁, 1983 年
- 【非特許文献 2】A. Assadi ら, Applied Physics Letter, 53 巻, 195 頁, 1988 年
- 【非特許文献 3】G. Guillaud ら, Chemical Physics Letter, 167 巻, 503 頁, 1990 年
- 【非特許文献 4】X. Peng ら, Applied Physics Letter, 57 巻, 2013 頁, 1990 年
- 【非特許文献 5】G. Horowitz ら, Synthetic Metals, 41-43 巻, 1127 頁, 1991 年
- 【非特許文献 6】S. Miyauchi ら, Synthetic Metals, 41-43 巻, 1991 年
- 【非特許文献 7】H. Fuchigami ら, Applied Physics Letter, 63 巻, 1372 頁, 1993 年
- 【非特許文献 8】H. Koezuka ら, Applied Physics Letter, 62 巻, 1794 頁, 1993 年
- 【非特許文献 9】F. Garnier ら, Science, 265 巻, 1684 頁, 1994 年
- 【非特許文献 10】A. R. Brown ら, Synthetic Metals, 68 巻, 65 頁, 1994 年
- 【非特許文献 11】A. Dodabalapur ら, Science, 268 巻, 270 頁, 1995 年
- 【非特許文献 12】T. Sumimoto ら, Synthetic Metals, 86 巻, 2259 頁, 1997 年
- 【非特許文献 13】K. Kudo ら, Thin Solid Films, 331 巻, 51 頁, 1998 年
- 【非特許文献 14】K. Kudo ら, Synthetic Metals, 102 巻, 900 頁, 1999 年
- 【非特許文献 15】K. Kudo ら, Synthetic Metals, 111-112 巻, 11 頁, 2000 年

【発明の開示】**【発明が解決しようとする課題】****【0006】**

本発明は、前記の課題を解決するためになされたもので、応答速度（駆動速度）が高速

で、しかもオン／オフ比が大きい有機薄膜トランジスタを提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明者らは、前記目的を達成するために鋭意研究を重ねた結果、有機薄膜トランジスタの有機半導体層に特定構造の含窒素ヘテロ環化合物を材料として用いることにより応答速度（駆動速度）を高速化することができることを見出し本発明を完成したものである。

【0008】

すなわち、本発明は、少なくとも基板上にゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の3端子、絶縁体層及び有機半導体層が設けられ、ソースドレイン間電流をゲート電極に電圧を印加することによって制御する薄膜トランジスタにおいて、前記有機半導体層が、縮合部位に窒素原子を有する5員環と5員環又は6員環とが縮合した含窒素ヘテロ環化合物を含む有機薄膜トランジスタを提供するものである。

【発明の効果】

【0009】

本発明の有機薄膜トランジスタは、応答速度（駆動速度）が高速化されており、しかもオン／オフ比が大きく、トランジスタとしての性能が高いものである。

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

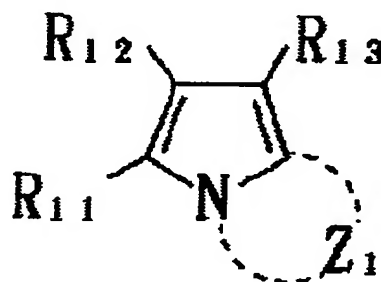
本発明の有機薄膜トランジスタは、少なくとも基板上にゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の3端子、絶縁体層及び有機半導体層が設けられ、ソースドレイン間電流をゲート電極に電圧を印加することによって制御する薄膜トランジスタにおいて、前記有機半導体層が、縮合部位に窒素原子を有する5員環と5員環又は6員環とが縮合した含窒素ヘテロ環化合物を含むものである。

【0011】

前記含窒素ヘテロ環化合物として、下記一般式（I）～（VII）のいずれかで表される化合物であると好ましい。

【化1】

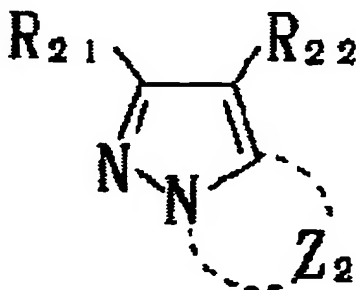
一般式（I）



（式中、R11、R12及びR13は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。Z1は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。）

【化2】

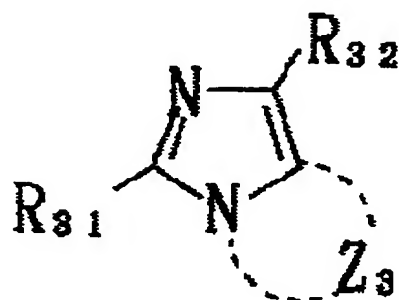
一般式（II）



(式中、 R_{21} 及び R_{22} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。 Z_2 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【化 3】

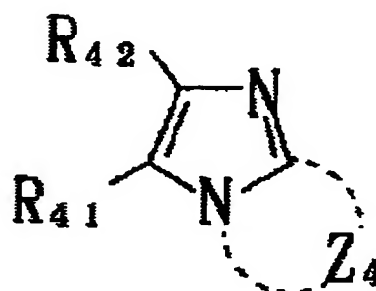
一般式 (III)



(式中、 R_{31} 及び R_{32} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。 Z_3 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【化 4】

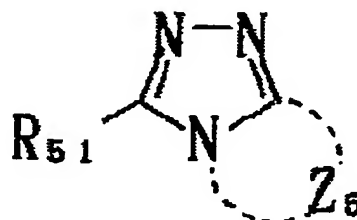
一般式 (IV)



(式中、 R_{41} 及び R_{42} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。 Z_4 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【化 5】

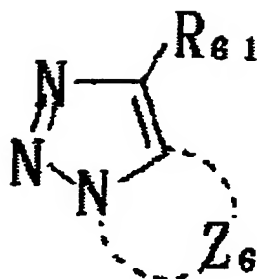
一般式 (V)



(式中、 R_{51} は水素原子又は置換基を表す。 Z_5 は 5 員環又は 6 員環を形成する原子群を表す。)

【化6】

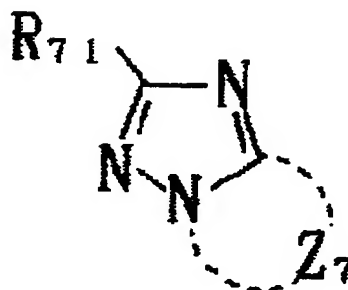
一般式 (VI)



(式中、 R_{61} は水素原子又は置換基を表す。 Z_6 は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【化7】

一般式 (VII)



(式中、 R_{71} は水素原子又は置換基を表す。 Z_7 は5員環又は6員環を形成する原子群を表す。)

【0012】

なお、一般式 (I) ~ (VII) は極限構造式で表しているが、その互変異性体であってもよい。

一般式 (I) ~ (VII) において、 R_{11} 、 R_{12} 、 R_{13} 、 R_{21} 、 R_{22} 、 R_{31} 、 R_{32} 、 R_{41} 、 R_{42} 、 R_{51} 、 R_{61} 及び R_{71} の置換基の例としては、それぞれ独立に、アルキル基 (好ましくは炭素数 1 ~ 80、より好ましくは炭素数 1 ~ 40、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばメチル、エチル、*iso*-プロピル、*tert*-ブチル、*n*-オクチル、*n*-デシル、*n*-ヘキサデシル、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基 (好ましくは炭素数 2 ~ 20、より好ましくは炭素数 2 ~ 12、特に好ましくは炭素数 2 ~ 8 であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基 (好ましくは炭素数 2 ~ 20、より好ましくは炭素数 2 ~ 12、特に好ましくは炭素数 2 ~ 8 であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリール基 (好ましくは炭素数 6 ~ 80、より好ましくは炭素数 6 ~ 40、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニル、*p*-メチルフェニル、ナフチルなどが挙げられる。)、アミノ基 (好ましくは炭素数 0 ~ 40、より好ましくは炭素数 0 ~ 20、特に好ましくは炭素数 0 ~ 6 であり、例えばアミノ、メチルアミノ、ジメチルアミノ、ジエチルアミノ、ジベンジルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシ基 (好ましくは炭素数 1 ~ 20、より好ましくは炭素数 1 ~ 12、特に好ましくは炭素数 1 ~ 8 であり、例えばメトキシ、エトキシ、ブトキシなどが挙げられる。)、アリールオキシ基 (好ましくは炭素数 6 ~ 20、より好ましくは炭素数 6 ~ 16、特に好ましくは炭素数 6 ~ 12 であり、例えばフェニルオキシ、2-ナフチルオキシなどが挙げられる。)、アシル基 (好ましくは炭素数 1 ~ 20、より好ましくは炭素数 1 ~ 16、特に好ましくは炭素数 1 ~ 12 であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基 (好ましくは炭素数 2 ~ 20、より

好ましくは炭素数2～16、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリアルオキシカルボニル基(好ましくは炭素数7～20、より好ましくは炭素数7～16、特に好ましくは炭素数7～10であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、アシルオキシ基(好ましくは炭素数2～20、より好ましくは炭素数2～16、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセトキシ、ベンゾイルオキシなどが挙げられる。)、アシルアミノ基(好ましくは炭素数2～20、より好ましくは炭素数2～16、特に好ましくは炭素数2～10であり、例えばアセチルアミノ、ベンゾイルアミノなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数2～20、より好ましくは炭素数2～16、特に好ましくは炭素数2～12であり、例えばメトキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、アリアルオキシカルボニルアミノ基(好ましくは炭素数7～20、より好ましくは炭素数7～16、特に好ましくは炭素数7～12であり、例えばフェニルオキシカルボニルアミノなどが挙げられる。)、スルホニルアミノ基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルホニルアミノ、ベンゼンスルホニルアミノなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数0～20、より好ましくは炭素数0～16、特に好ましくは炭素数0～12であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、アルキルチオ基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメチルチオ、エチルチオなどが挙げられる。)、アリアルチオ基(好ましくは炭素数6～20、より好ましくは炭素数6～16、特に好ましくは炭素数6～12であり、例えばフェニルチオなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ウレイド基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばウレイド、メチルウレイド、フェニルウレイドなどが挙げられる。)、リン酸アミド基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～16、特に好ましくは炭素数1～12であり、例えばジエチルリン酸アミド、フェニルリン酸アミドなどが挙げられる。)、ヒドロキシ基、メルカプト基、ハロゲン原子(例えばフッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子)、シアノ基、スルホ基、カルボキシ基、ニトロ基、ヒドロキサム酸基、スルフィノ基、ヒドラジノ基、イミノ基、ヘテロ環基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～12であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリルなどが挙げられる。)などが挙げられる。これらの置換基はさらに置換されてもよい。また、置換基が二つ以上ある場合は、同じでも異なってもよい。また、可能な場合には連結して環を形成してもよい。

【0013】

置換基として好ましくは、アルキル基、アルケニル基、アラルキル基、アリアル基、アシル基、アルコキシ基、アリアルオキシ基、アシルオキシ基、アルコキシカルボニル基、アリアルオキシカルボニル基、カルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、スルファモイル基、カルバモイル基、シアノ基、ハロゲン原子、ヒドロキシ基、ヘテロ環基であり、より好ましくはアルキル基、アルケニル基、アラルキル基、アリアル基、アシル基、アルコキシカルボニル基、カルボニルアミノ基、スルホニルアミノ基、シアノ基、ハロゲン原子、芳香族ヘテロ環基であり、さらに好ましくはアルキル基、アルケニル基、アリアル基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族アゾール基である。

【0014】

一般式(I)の Z_1 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはイミダゾール、トリアゾール、トリアジン、ピリミジンであり、より好ましくはイミダゾール、トリアゾール、トリアジンであり、さらに好ましくはトリアゾールである。

一般式(II)の Z_2 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはイミダゾール、トリアゾール、トリアジン、ピリミジンであり、より好ましくはイミダゾール、トリアゾール、トリアジンであり、さらに好ましくはイミダゾール、トリアゾールである。

【0015】

一般式(III)の Z_3 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾールであり、より好ましくはピロール、ピラゾール、トリアゾールであり、さらに好ましくはピロール、ピラゾールである。

一般式(IV)の Z_4 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾール、チアゾール、チアジアゾール、オキサゾール、オキサジアゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはピロール、ピラゾール、イミダゾール、トリアゾールであり、より好ましくはピロール、ピラゾール、トリアゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンであり、さらに好ましくはプリン、ピロール、ピラジン、ピラゾールである。

【0016】

一般式(V)の Z_5 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、ピラゾール、イミダゾール、チアゾール、オキサゾール、トリアジン、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはピロール、ピラゾール、イミダゾール、ピリミジン、ピラジン、ピリダジンであり、より好ましくはピロール、ピラゾール、ピリミジン、ピリダジンであり、さらに好ましくはピロール、ピラゾールである。

一般式(VI)の Z_6 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、イミダゾール、チアゾール、オキサゾール、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはピロール、イミダゾール、ピリミジン、ピラジン、ピリダジンであり、より好ましくはピロール、ピリミジン、ピラジン、ピリダジンであり、さらに好ましくはピロール、ピリミジンである。

【0017】

一般式(VII)の Z_7 の原子群が形成する5員環又は6員環としては、例えば、ピロール、イミダゾール、チアゾール、オキサゾール、ピリミジン、プリン、ピラジン、ピリダジンなどが挙げられ、好ましくはピロール、イミダゾール、ピリミジン、ピラジン、ピリダジンであり、より好ましくはピロール、ピリミジン、ピラジン、ピリダジンであり、さらに好ましくはピロール、ピリミジンである。

$Z_1 \sim Z_7$ で形成される5または6員環は置換基を有してもよく、置換基としては、前記R₁₁、R₁₂、R₁₃、R₂₁、R₂₂、R₃₁、R₃₂、R₄₁、R₄₂、R₅₁、R₆₁及びR₇₁で説明したものと同様の例を挙げることができ、好ましい置換基も同様である。

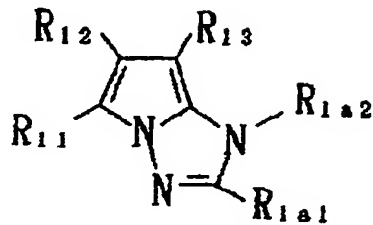
【0018】

前記一般式(I)で表される化合物は、下記一般式(I-a)～(I-f)のいずれかで表される化合物であると好ましく、(I-a)～(I-c)のいずれかで表される化合

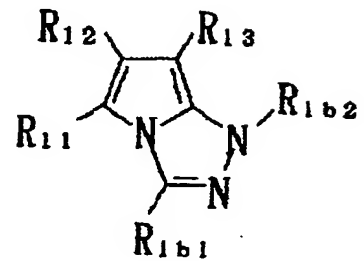
物であるとさらに好ましい。

【化8】

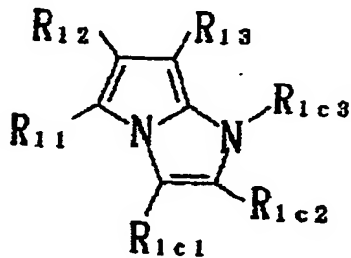
一般式(I-a)



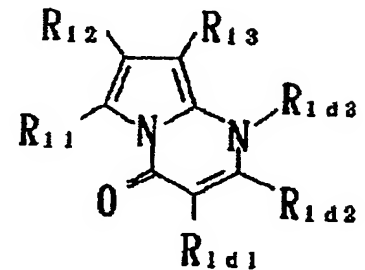
一般式(I-b)



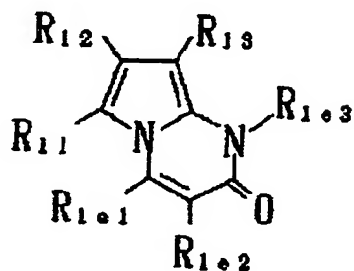
一般式(I-c)



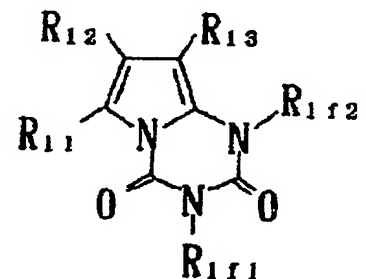
一般式(I-d)



一般式(I-e)



一般式(I-f)



【0019】

一般式(I-a)～(I-f)において、R11、R12及びR13は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式(I-a)～(I-f)において、R1a1、R1a2、R1b1、R1b2、R1c1、R1c2、R1c3、R1d1、R1d2、R1d3、R1e1、R1e2、R1e3、R1f1及びR1f2は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

前記R1a1、R1b1、R1c1、R1c2、R1d1、R1d2、R1e1及びR1e2で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式(I)のR11、R12及びR13で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

【0020】

前記R1a2、R1b2、R1c3、R1d3、R1e3、R1f1及びR1f2で表される置換基としては、それぞれ独立に、例えば、アルキル基(好ましくは炭素数1～20、より好ましくは炭素数1～12、特に好ましくは炭素数1～8であり、例えばメチル、エチル、isopropyl、tert-butyl、n-octyl、n-decyl、n-hexadecyl、シクロプロピル、シクロペンチル、シクロヘキシルなどが挙げられる。)、アルケニル基(好

ましくは炭素数 2～20、より好ましくは炭素数 2～12、特に好ましくは炭素数 2～8 であり、例えばビニル、アリル、2-ブテニル、3-ペンテニルなどが挙げられる。)、アルキニル基(好ましくは炭素数 2～20、より好ましくは炭素数 2～12、特に好ましくは炭素数 2～8 であり、例えばプロパルギル、3-ペンチニルなどが挙げられる。)、アリアル基(好ましくは炭素数 6～30、より好ましくは炭素数 6～20、特に好ましくは炭素数 6～12 であり、例えばフェニル、p-メチルフェニル、ナフチルなどが挙げられる。)、アシル基(好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～16、特に好ましくは炭素数 1～12 であり、例えばアセチル、ベンゾイル、ホルミル、ピバロイルなどが挙げられる。)、アルコキシカルボニル基(好ましくは炭素数 2～20、より好ましくは炭素数 2～16、特に好ましくは炭素数 2～12 であり、例えばメトキシカルボニル、エトキシカルボニルなどが挙げられる。)、アリアルオキシカルボニル基(好ましくは炭素数 7～20、より好ましくは炭素数 7～16、特に好ましくは炭素数 7～10 であり、例えばフェニルオキシカルボニルなどが挙げられる。)、スルファモイル基(好ましくは炭素数 0～20、より好ましくは炭素数 0～16、特に好ましくは炭素数 0～12 であり、例えばスルファモイル、メチルスルファモイル、ジメチルスルファモイル、フェニルスルファモイルなどが挙げられる。)、カルバモイル基(好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～16、特に好ましくは炭素数 1～12 であり、例えばカルバモイル、メチルカルバモイル、ジエチルカルバモイル、フェニルカルバモイルなどが挙げられる。)、スルホニル基(好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～16、特に好ましくは炭素数 1～12 であり、例えばメシル、トシルなどが挙げられる。)、スルフィニル基(好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～16、特に好ましくは炭素数 1～12 であり、例えばメタンスルフィニル、ベンゼンスルフィニルなどが挙げられる。)、ヘテロ環基(好ましくは炭素数 1～20、より好ましくは炭素数 1～12 であり、ヘテロ原子としては、例えば窒素原子、酸素原子、硫黄原子、具体的には例えばイミダゾリル、ピリジル、キノリル、フリル、ピペリジル、モルホリノ、ベンズオキサゾリル、ベンズイミダゾリル、ベンズチアゾリルなどが挙げられる。)などが挙げられ、好ましくは、アルキル基、アルケニル基、アラルキル基、アリアル基、アシル基、ヘテロ環基であり、より好ましくはアルキル基、アリアル基、芳香族ヘテロ環基である。

【0021】

前記 R_{1a1}、R_{1b1}、R_{1c1}、R_{1c2}、R_{1d1}、R_{1d2}、R_{1e1} 及び R_{1e2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリアル基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

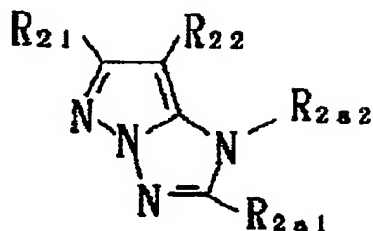
前記 R_{1a2}、R_{1b2}、R_{1c3}、R_{1d3}、R_{1e3}、R_{1f1} 及び R_{1f2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アリアル基、芳香族ヘテロ環基である。

【0022】

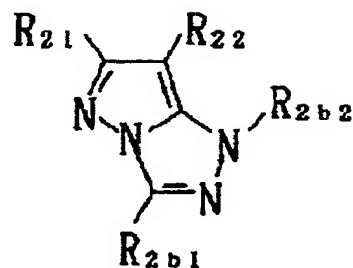
前記一般式 (II) で表される化合物は、下記一般式 (II-a) ～ (II-f) のいずれかで表される化合物であると好ましく、(II-a) ～ (II-c) のいずれかで表される化合物であるとさらに好ましい。

【化 9】

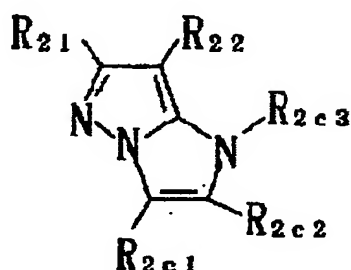
一般式(II-a)



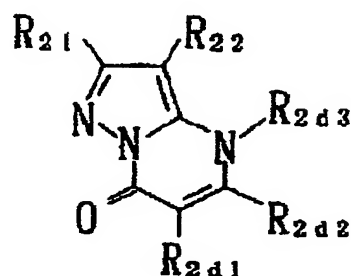
一般式(II-b)



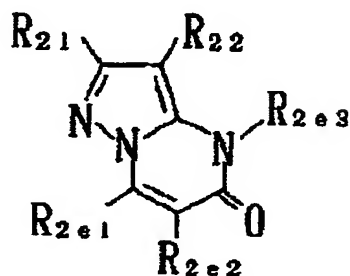
一般式(II-c)



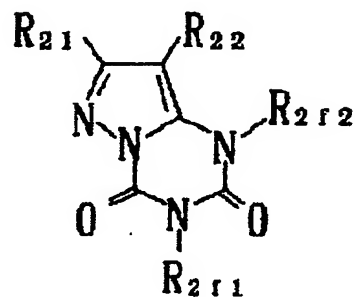
一般式(II-d)



一般式(II-e)



一般式(II-f)



【0023】

一般式(II-a) ~ (II-f)において、 R_{21} 及び R_{22} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式(II-a) ~ (II-f)において、 R_{2a1} 、 R_{2a2} 、 R_{2b1} 、 R_{2b2} 、 R_{2c1} 、 R_{2c2} 、 R_{2c3} 、 R_{2d1} 、 R_{2d2} 、 R_{2d3} 、 R_{2e1} 、 R_{2e2} 、 R_{2e3} 、 R_{2f1} 及び R_{2f2} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

前記 R_{2a1} 、 R_{2b1} 、 R_{2c1} 、 R_{2c2} 、 R_{2d1} 、 R_{2d2} 、 R_{2e1} 及び R_{2e2} で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式(I)の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{2a2} 、 R_{2b2} 、 R_{2c3} 、 R_{2d3} 、 R_{2e3} 、 R_{2f1} 及び R_{2f2} で表される置換基としては、それぞれ独立に、前記一般式(I-a)の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{2a1} 、 R_{2b1} 、 R_{2c1} 、 R_{2c2} 、 R_{2d1} 、 R_{2d2} 、 R_{2e1} 及び R_{2e2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アルコキシカルボニル基、

シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

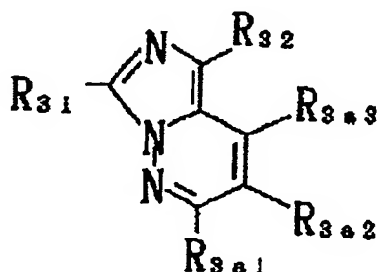
前記 R_{2a2} 、 R_{2b2} 、 R_{2c3} 、 R_{2d3} 、 R_{2e3} 、 R_{2f1} 及び R_{2f2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基である。

【0024】

前記一般式(III)で表される化合物は、下記一般式(III-a)～(III-c)で表される化合物であるとさらに好ましい。

【化10】

一般式(III-a)



【0025】

一般式(III-a)において、 R_{31} 及び R_{32} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式(III-a)において、 R_{3a1} 、 R_{3a2} 及び R_{3a3} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

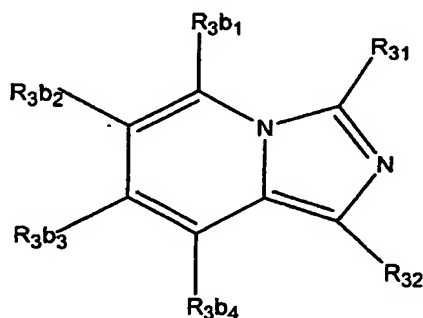
前記 R_{3a1} 、 R_{3a2} 及び R_{3a3} で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式(I)の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{3a1} 、 R_{3a2} 及び R_{3a3} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

【0026】

【化11】

一般式(III-b)



【0027】

一般式(III-b)において、 R_{31} 及び R_{32} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式(III-b)において、 R_{3b1} ～ R_{3b4} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシル基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン原子、ハロアルカン残基、ハロアルケン残基、ハロアルキン残基、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基、カルバモイル基、アミ

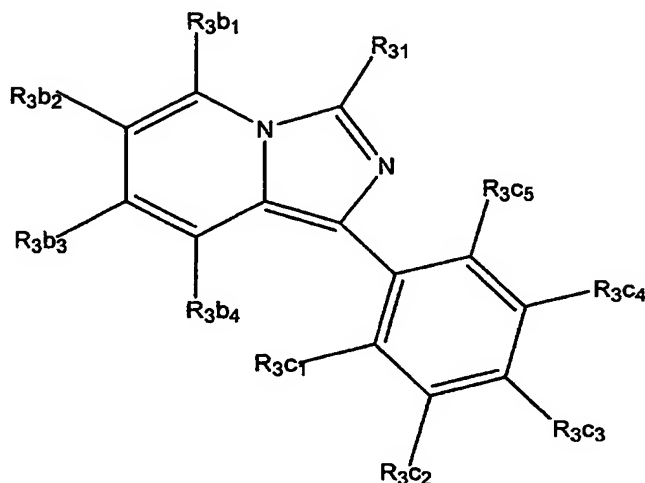
ノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基等が挙げられ、隣接置換基と環構造を形成していてもよい。

【0028】

また、一般式 (III - b) は、以下の一般式 (III - c) で表されると好ましい。

【化12】

一般式 (III - c)



【0029】

一般式 (III - c) において、 R_{31} 及び $R_{3b1} \sim R_{3b4}$ は前記と同じである。

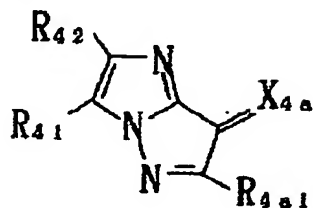
一般式 (III - c) において、 $R_{3c1} \sim R_{3c5}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としては、例えば、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシル基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン原子、ハロアルカン残基、ハロアルケン残基、ハロアルキン残基、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基等が挙げられ、隣接置換基と環構造を形成していてもよい。

【0030】

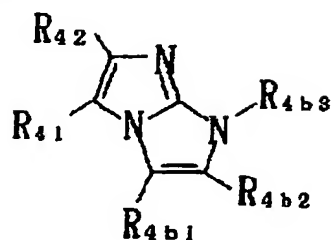
前記一般式 (IV) で表される化合物は、下記一般式 (IV - a) ~ (IV - g) のいずれかで表される化合物であると好ましく、(IV - a) ~ (IV - b) のいずれかで表される化合物であるとさらに好ましい。

【化 13】

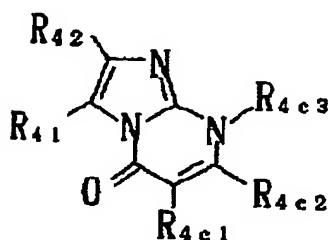
一般式 (IV-a)



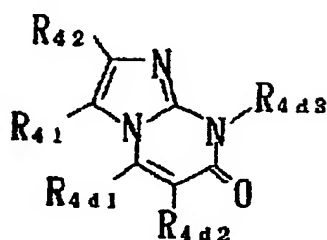
一般式 (IV-b)



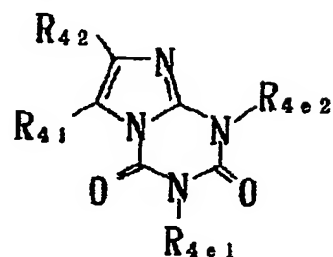
一般式 (IV-c)



一般式 (IV-d)



一般式 (IV-e)



【0031】

一般式 (IV-a) ~ (IV-e) において、 R_{41} 及び R_{42} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式 (IV-a) ~ (IV-e) において、 R_{4a1} 、 R_{4b1} 、 R_{4b2} 、 R_{4b3} 、 R_{4c1} 、 R_{4c2} 、 R_{4c3} 、 R_{4d1} 、 R_{4d2} 、 R_{4d3} 、 R_{4e1} 及び R_{4e2} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

前記 R_{4a1} 、 R_{4b1} 、 R_{4b2} 、 R_{4c1} 、 R_{4c2} 、 R_{4d1} 及び R_{4d2} で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式 (I) の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{4b3} 、 R_{4c3} 、 R_{4d3} 、 R_{4e1} 及び R_{4e2} で表される置換基としては、それぞれ独立に、前記一般式 (I-a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{4a1} 、 R_{4b1} 、 R_{4b2} 、 R_{4c1} 、 R_{4c2} 、 R_{4d1} 及び R_{4d2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

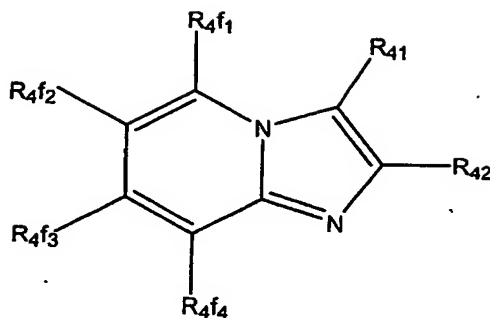
前記 R_{4b3} 、 R_{4c3} 、 R_{4d3} 、 R_{4e1} 及び R_{4e2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基である。

一般式 (IV-a) において、 X_{4a} は、 $CR_{4a2}(R_{4a3})$ 又は NR_{4a4} で表され、 R_{4a2} 及び R_{4a3} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としてはそれぞれ独立に、前記一般式 (I) の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じであり、 R_{4a4} は水素原子又は置換基を表し、置換基としては前記一般式 (I-a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

【0032】

【化 14】

一般式(IV-f)



【0033】

一般式 (IV-f) において、 R_{41} 及び R_{42} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

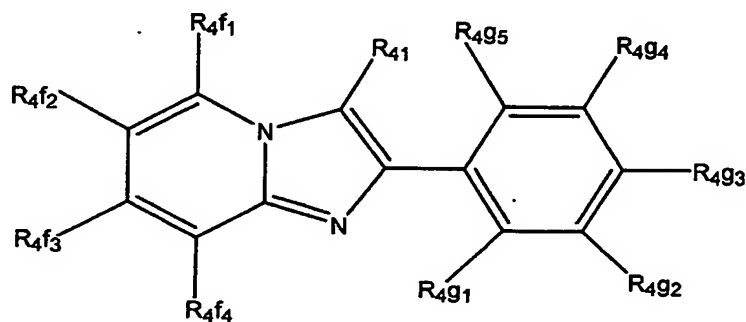
一般式 (IV-f) において、 $R_{4f1} \sim R_{4f4}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシル基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン原子、ハロアルカン残基、ハロアルケン残基、ハロアルキン残基、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基等が挙げられ、隣接置換基と環構造を形成していてもよい。

【0034】

また、一般式 (IV-f) は、以下の一般式 (IV-g) で表されると好ましい。

【化 15】

一般式(IV-g)



一般式 (IV-g) において、 R_{41} 及び $R_{4f1} \sim R_{4f4}$ は前記と同じである。

一般式 (IV-g) において、 $R_{4g1} \sim R_{4g5}$ は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アラルキル基、アルケニル基、シクロアルケニル基、アルキニル基、水酸基、メルカプト基、アルコキシル基、アルキルチオ基、アリールエーテル基、アリールチオエーテル基、アリール基、複素環基、ハロゲン原子、ハロアルカン残基、ハロアルケン残基、ハロアルキン残基、シアノ基、アルデヒド基、カルボニル基、カルボキシ基、エステル基、カルバモイル基、アミノ基、ニトロ基、シリル基、シロキサニル基等が挙げられ、隣接置換基と環構造を形成していてもよい。

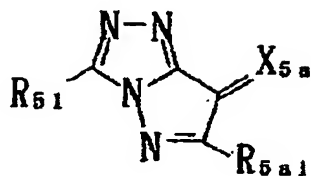
【0035】

前記一般式 (V) で表される化合物は、下記一般式 (V-a) ~ (V-e) のいずれかで表される化合物であると好ましく、(V-a) ~ (V-b) のいずれかで表される化合物

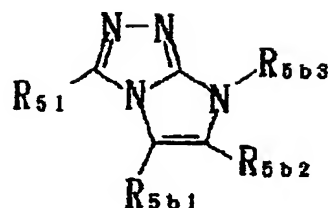
物であるとさらに好ましい。

【化16】

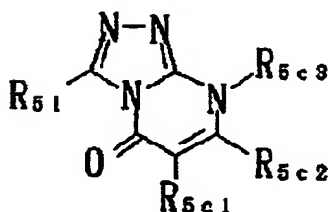
一般式 (V-a)



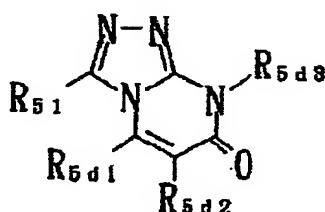
一般式 (V-b)



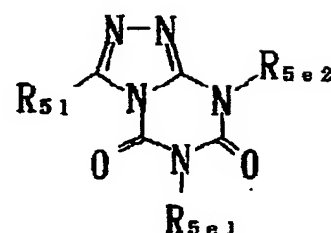
一般式 (V-c)



一般式 (V-d)



一般式 (V-e)



【0036】

一般式 (V-a) ~ (V-e) において、R₅₁ は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式 (V-a) ~ (V-e) において、R_{5a1}、R_{5b1}、R_{5b2}、R_{5b3}、R_{5c1}、R_{5c2}、R_{5c3}、R_{5d1}、R_{5d2}、R_{5d3}、R_{5e1} 及び R_{5e2} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

前記 R_{5a1}、R_{5b1}、R_{5b2}、R_{5c1}、R_{5c2}、R_{5d1} 及び R_{5d2} で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式 (I) の R₁₁ で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{5b3}、R_{5c3}、R_{5d3}、R_{5e1} 及び R_{5e2} で表される置換基としては、それぞれ独立に、前記一般式 (I-a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{5a1}、R_{5b1}、R_{5b2}、R_{5c1}、R_{5c2}、R_{5d1} 及び R_{5d2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

前記 R_{5b3}、R_{5c3}、R_{5d3}、R_{5e1} 及び R_{5e2} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基である。

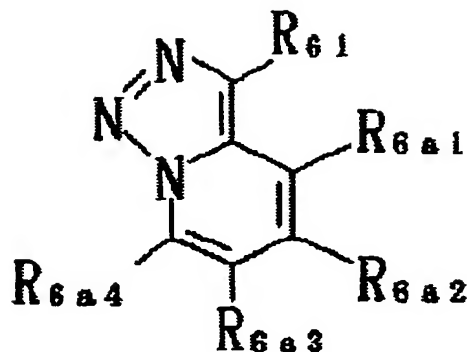
一般式 (V-a) において、X_{5a} は、C R_{5a2} (R_{5a3}) 又は N R_{5a4} で表され、R_{5a2} 及び R_{5a3} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としてはそれぞれ独立に、前記一般式 (I) の R₁₁ で説明したものと同様であり、好ましい例も同じであり、R_{5a4} は水素原子又は置換基を表し、置換基としては前記一般式 (I-a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

【0037】

前記一般式 (VI) で表される化合物は、下記一般式 (VI-a) で表される化合物であるとさらに好ましい。

【化17】

一般式 (VI-a)



【0038】

一般式 (VI-a) において、 R_{61} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

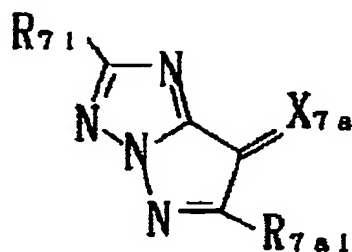
一般式 (VI-a) において、 R_{6a1} 、 R_{6a2} 、 R_{6a3} 及び R_{6a4} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基の例としては、前記一般式 (I) の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

【0039】

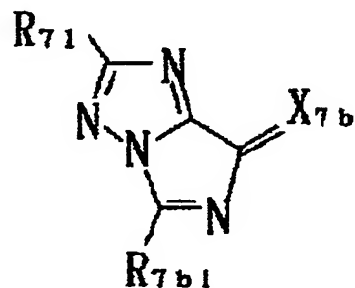
前記一般式 (VII) で表される化合物は、下記一般式 (VII-a) ~ (VII-d) のいずれかで表される化合物であると好ましい。

【化18】

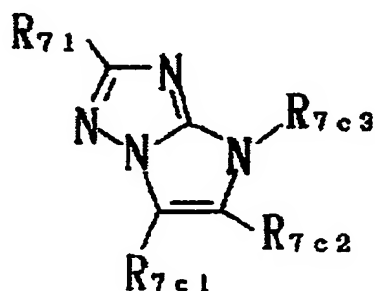
一般式 (VII-a)



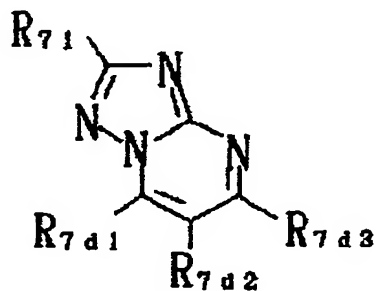
一般式 (VII-b)



一般式 (VII-c)



一般式 (VII-d)



【0040】

一般式 (VII-a) ~ (VII-d) において、 R_{71} は前記と同じであり、具体例及び好ましい例も同じである。

一般式 (VII - a) ~ (VII - d) において、 R_{7a1} 、 R_{7b1} 、 R_{7b2} 、 R_{7c1} 、 R_{7c2} 、 R_{7c3} 、 R_{7d1} 、 R_{7d2} 及び R_{7d3} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表す。

前記 R_{7a1} 、 R_{7b1} 、 R_{7b2} 、 R_{7c1} 、 R_{7c2} 、 R_{7d1} 、 R_{7d2} 及び R_{7d3} で表される置換基の例としては、それぞれ独立に、前記一般式 (I) の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{7c3} で表される置換基としては、前記一般式 (I - a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

前記 R_{7a1} 、 R_{7b1} 、 R_{7b2} 、 R_{7c1} 、 R_{7c2} 、 R_{7c3} 、 R_{7d1} 、 R_{7d2} 及び R_{7d3} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アルケニル基、アリール基、アルコキシカルボニル基、シアノ基、芳香族ヘテロ環基である。

前記 R_{7c3} として好ましくは、水素原子、アルキル基、アリール基、芳香族ヘテロ環基である。

一般式 (VII - a) において、 X_{7a} 及び X_{7b} は、それぞれ独立に、 $CR_{7a2}(R_{7a3})$ 又は NR_{7a4} で表され、 R_{7a2} 及び R_{7a3} は、それぞれ独立に、水素原子又は置換基を表し、置換基としてはそれぞれ独立に、前記一般式 (I) の R_{11} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じであり、 R_{7a4} は水素原子又は置換基を表し、置換基としては前記一般式 (I - a) の R_{1a2} で説明したものと同様であり、好ましい例も同じである。

【0041】

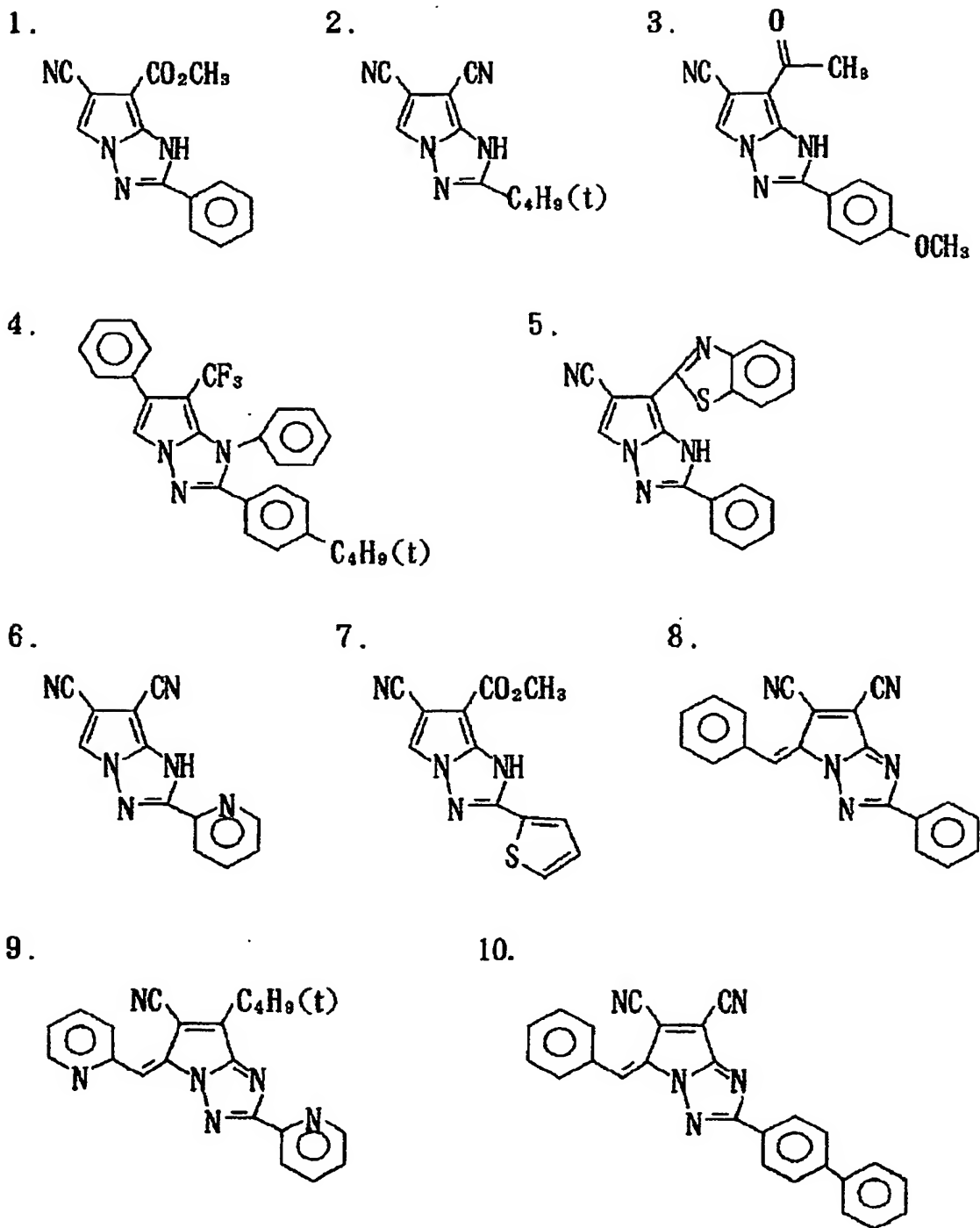
本発明のヘテロ環化合物は低分子量化合物であってもよく、残基がポリマー主鎖に接続された高分子量化合物（好ましくは重量平均分子量 1000 ~ 5000000、特に好ましくは 5000 ~ 2000000、さらに好ましくは 10000 ~ 1000000）、又は本発明の化合物を主鎖にもつ高分子量化合物（好ましくは重量平均分子量 1000 ~ 5000000、特に好ましくは 5000 ~ 2000000、さらに好ましくは 10000 ~ 1000000）であってもよい。高分子量化合物の場合は、ホモポリマーであってもよいし、他のモノマーとの共重合体であってもよい。本発明で用いる化合物としては、好ましくは低分子量化合物である。

本発明の化合物は種々の合成法により合成することができ、例えば「COMPREHENSIVE HETEROCYCLIC CHEMISTRY」ALAN R. KATRITZKY, CHARLES W. REES 著 (PERGAMON PRESS)、特開平 4-174204 号、同 5-313 号等に記載の方法を参考に合成できる。

【0042】

以下に本発明で用いる含窒素ヘテロ環化合物の具体例を挙げるが、これらに限定されるものではない。

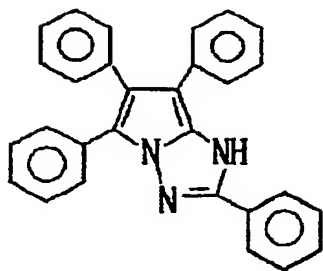
【化 19】



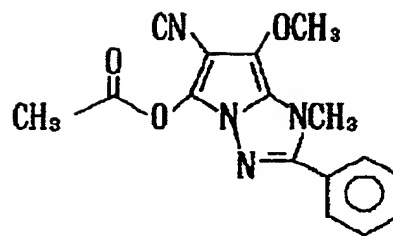
【0043】

【化 20】

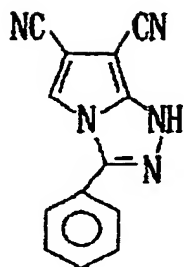
11.



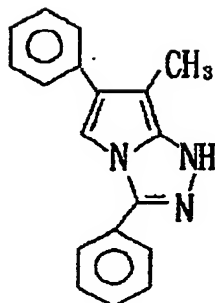
12.



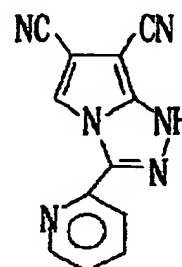
13.



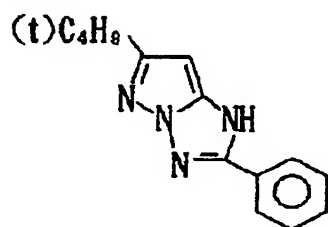
14.



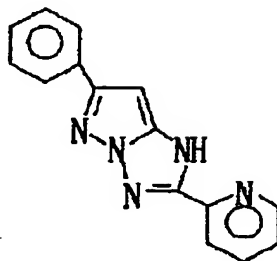
15.



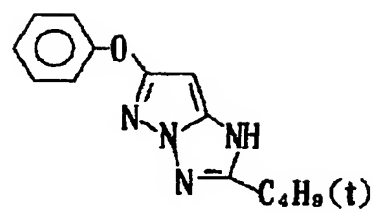
16.



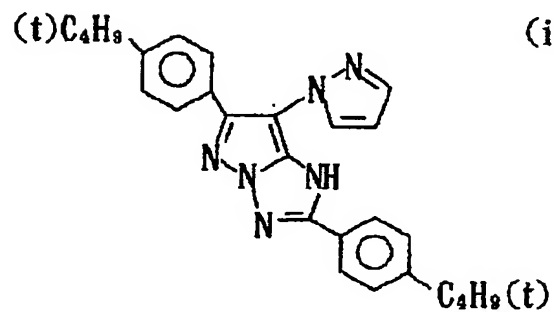
17.



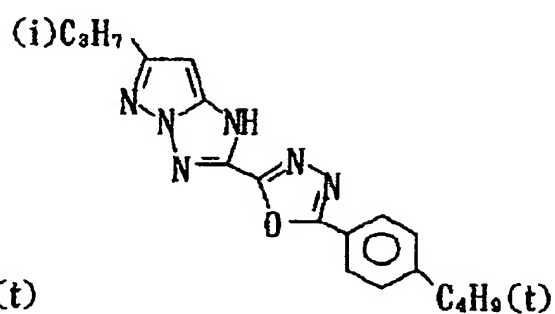
18.



19.



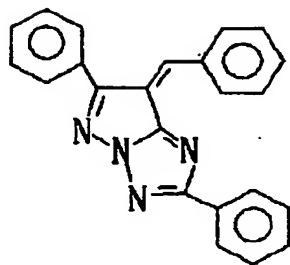
20.



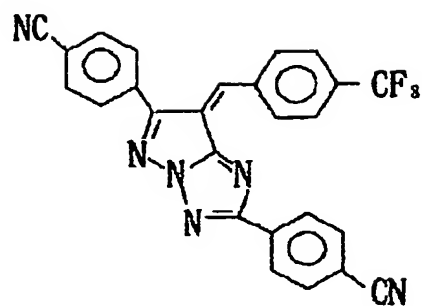
【0044】

【化 21】

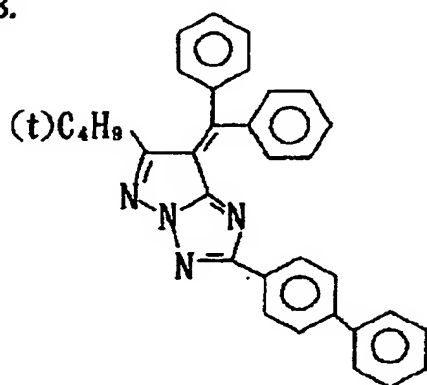
21.



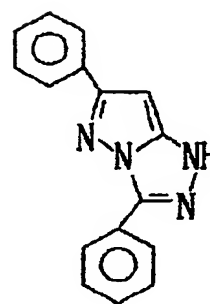
22.



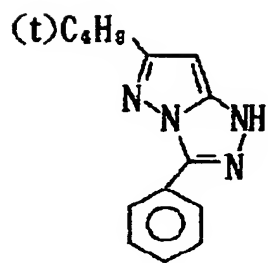
23.



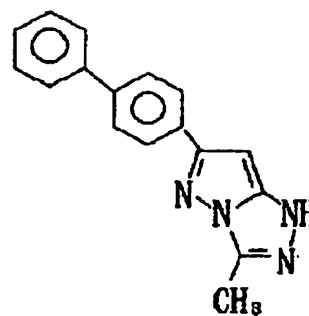
24.



25.



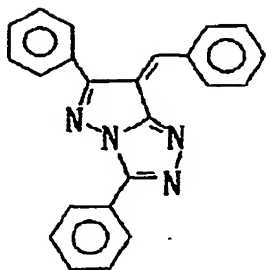
26.



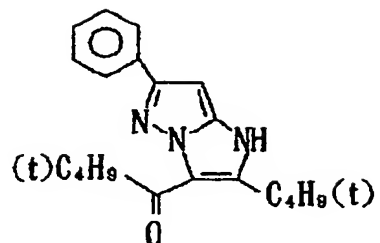
【0045】

【化 2 2】

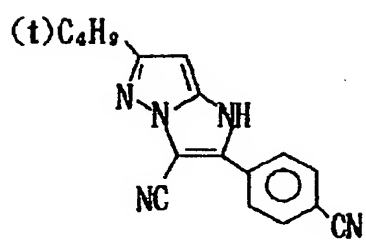
27.



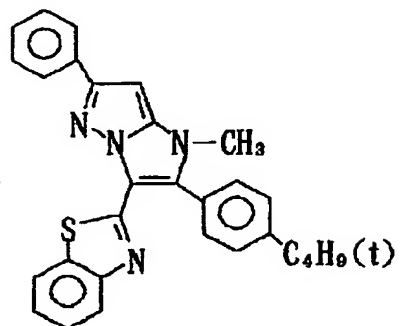
28.



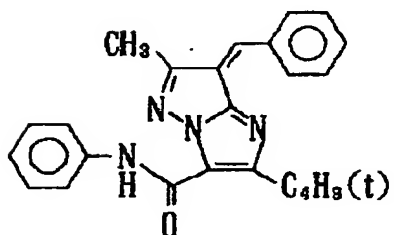
29.



30.



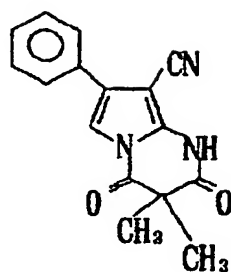
31.



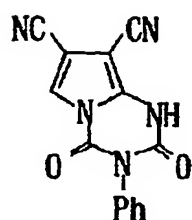
【0046】

【化 23】

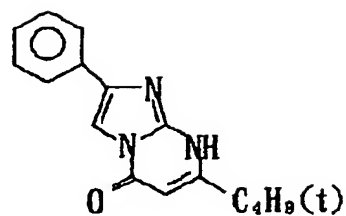
32.



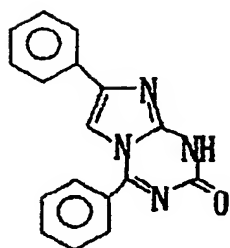
33.



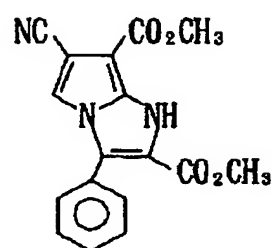
34.



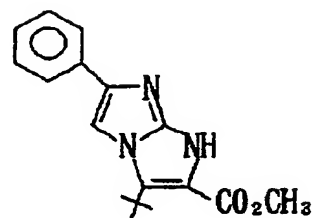
35.



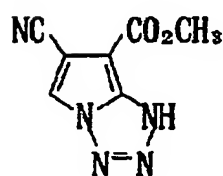
36.



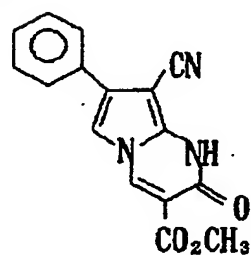
37.



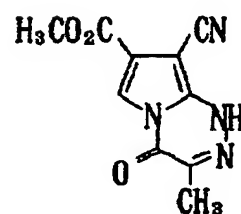
38.



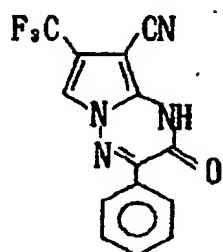
39.



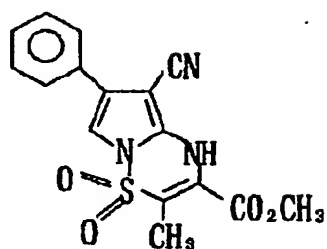
40.



41.



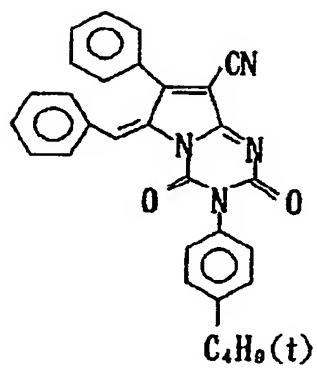
42.



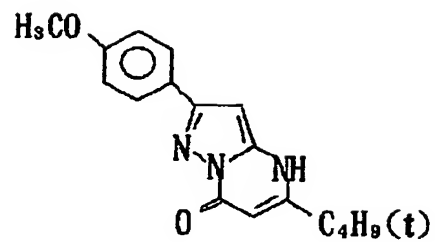
【0047】

【化 24】

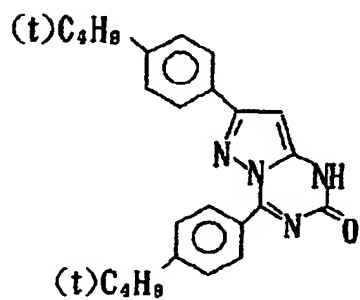
43.



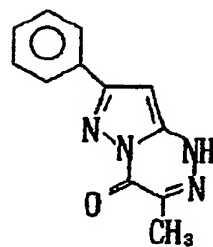
44.



45.



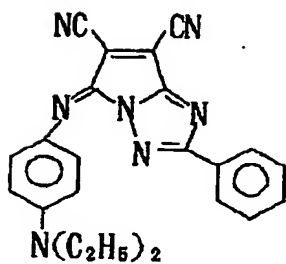
46.



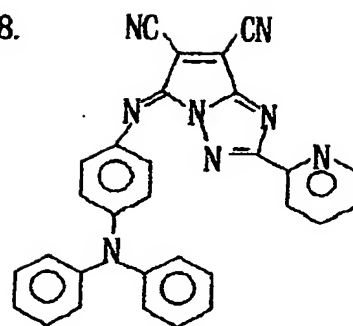
【0048】

【化 25】

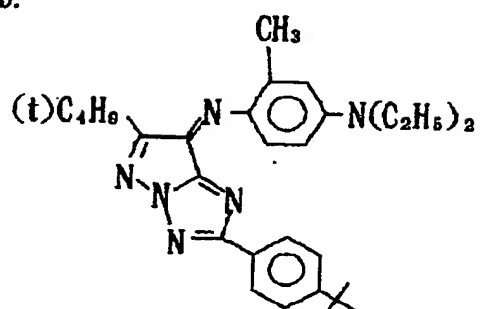
47.



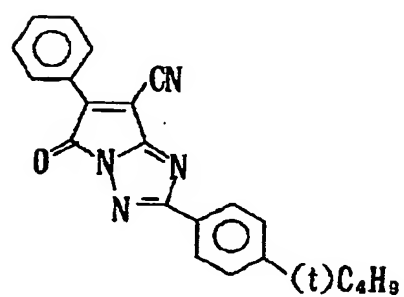
48.



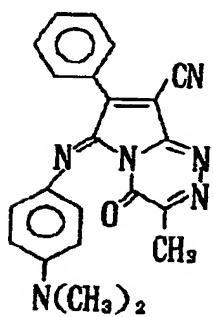
49.



50.



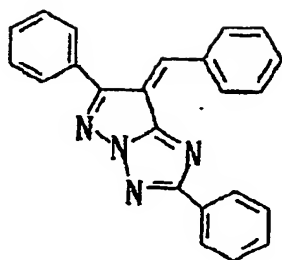
51.



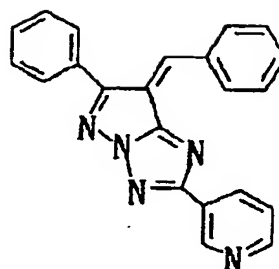
【0049】

【化 26】

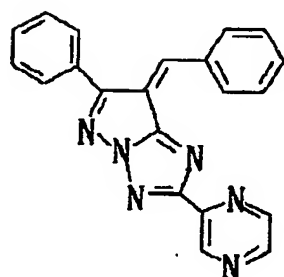
52.



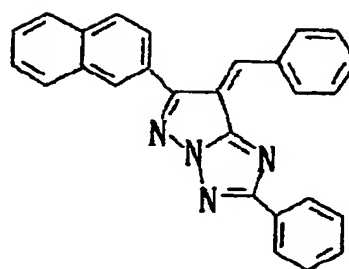
53.



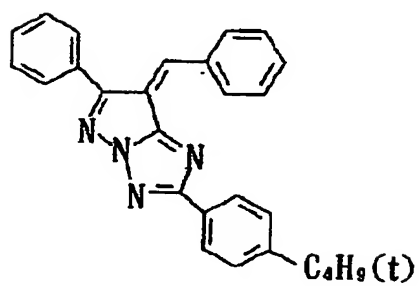
54.



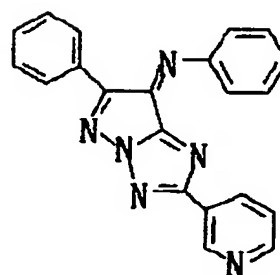
55.



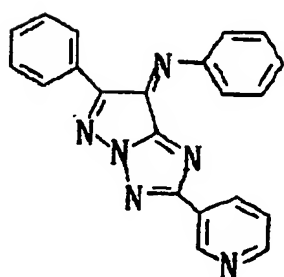
56.



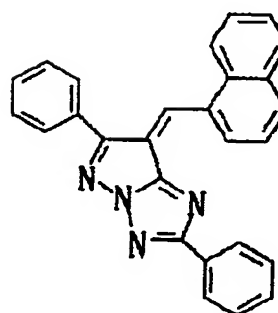
57.



58.



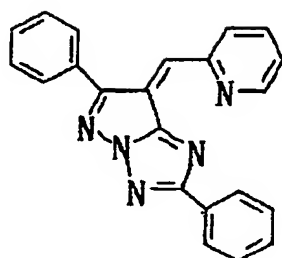
59.



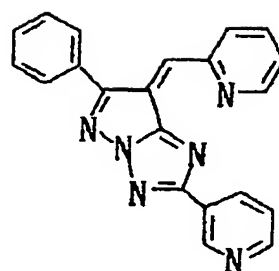
【0050】

【化 27】

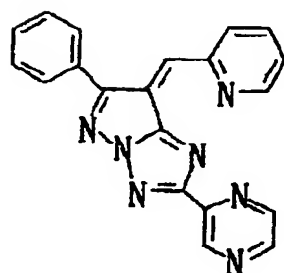
60.



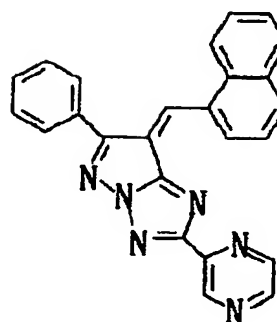
61.



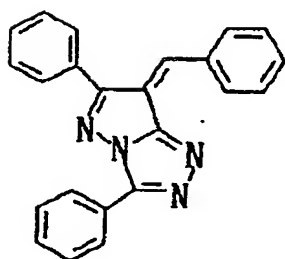
62.



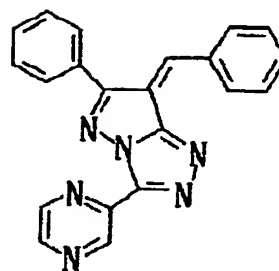
63.



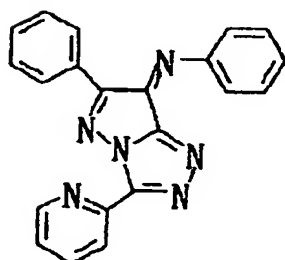
64.



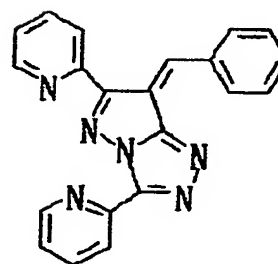
65.



66.



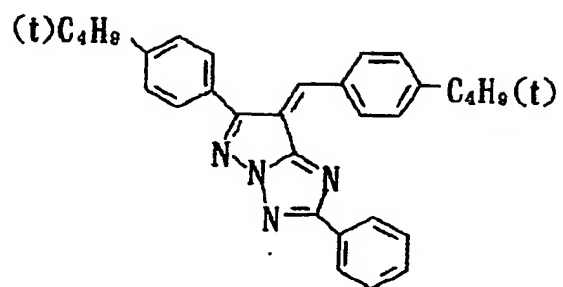
67.



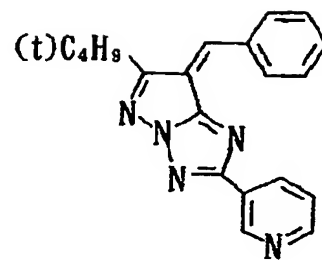
【0051】

【化 28】

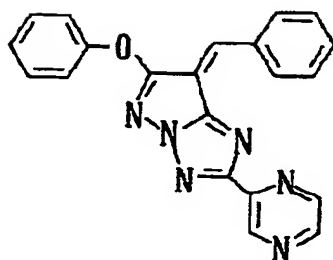
68.



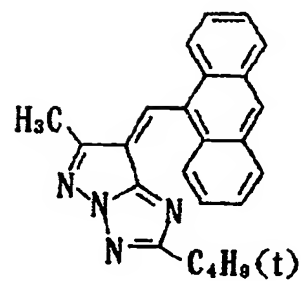
69.



70.



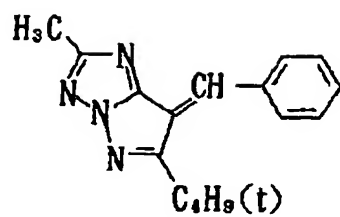
71.



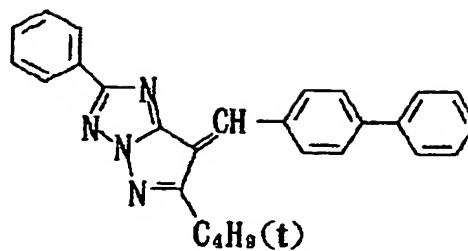
【0052】

【化 29】

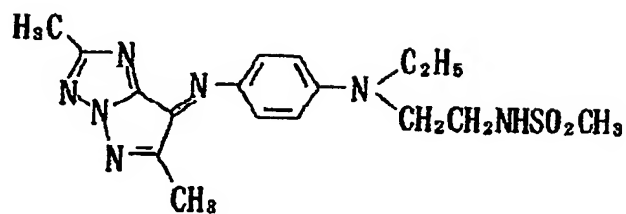
72.



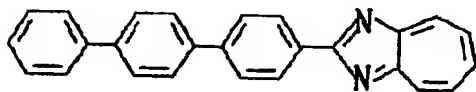
73.



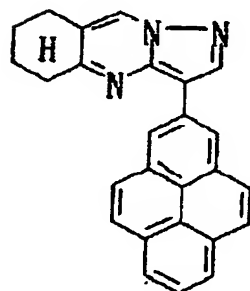
74.



75.



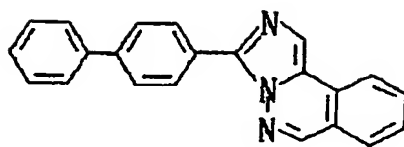
76.



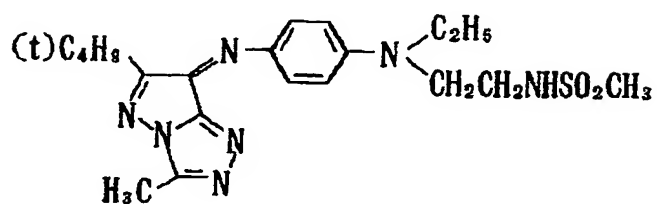
【0053】

【化 30】

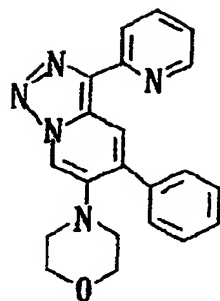
77.



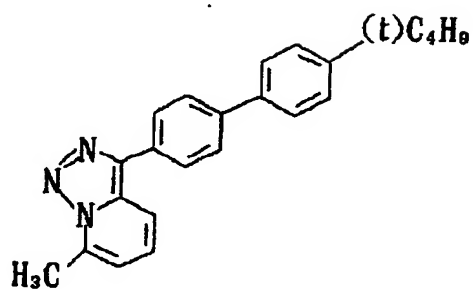
78.



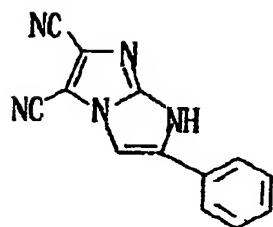
79.



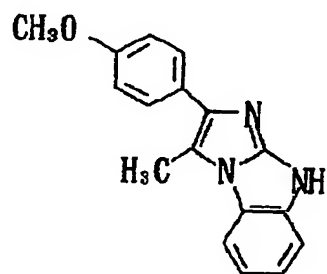
80.



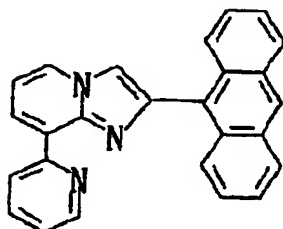
81.



82.



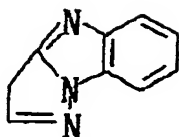
83.



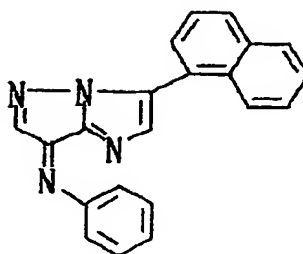
【0054】

【化 3 1】

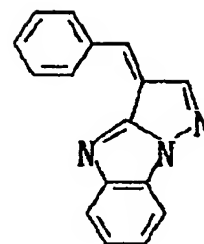
84.



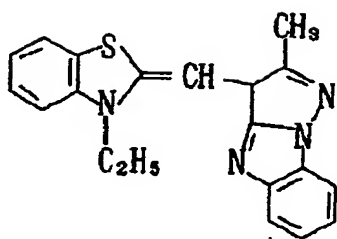
85.



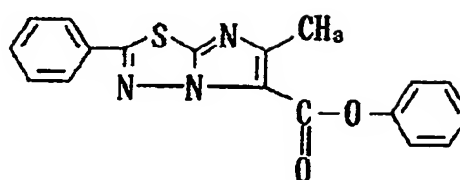
86.



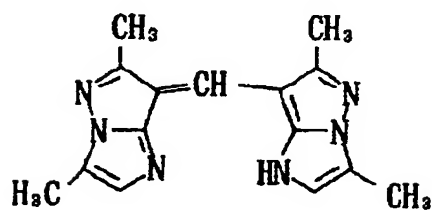
87.



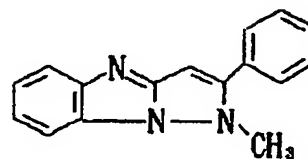
88.



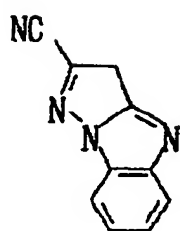
89.



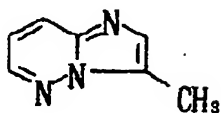
90.



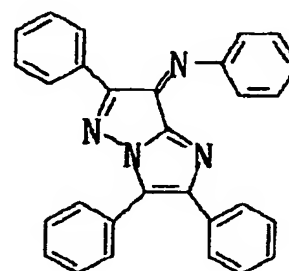
91.



92.



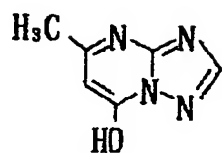
93.



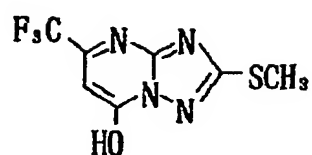
【 0 0 5 5 】

【化 3 2】

94.



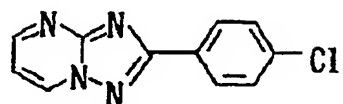
95.



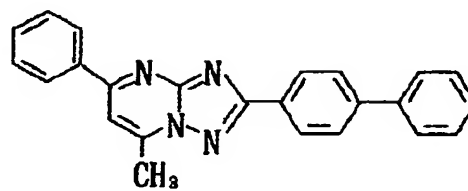
96.



97.



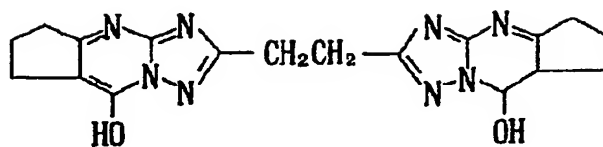
98.



【 0 0 5 6 】

【化 3 3】

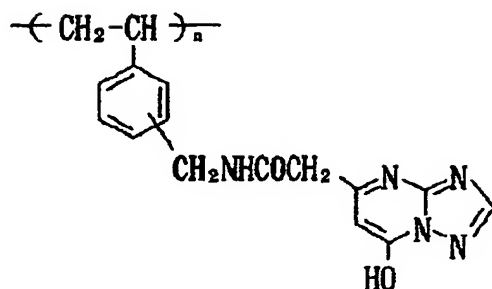
99.



100.

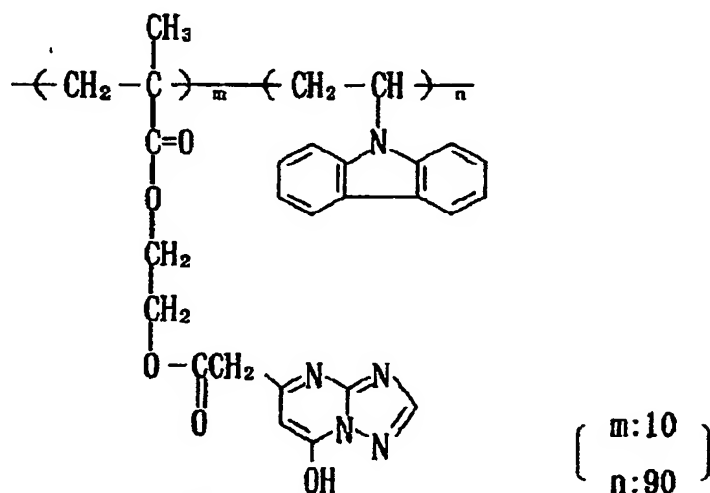


101.



(重量平均分子量で約15,000、ポリスチレン換算)

102.

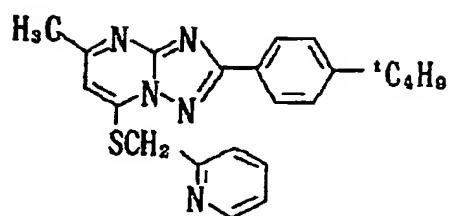


(重量平均分子量で約12,000、ポリスチレン換算)

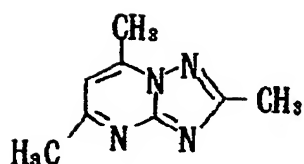
【0057】

【化 3 4】

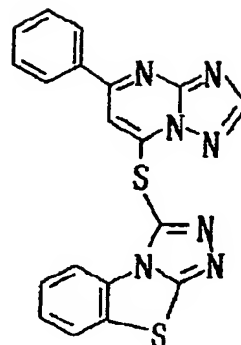
103.



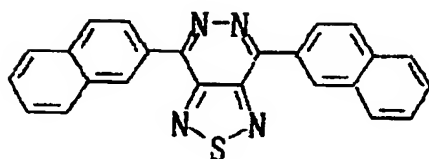
104.



105.



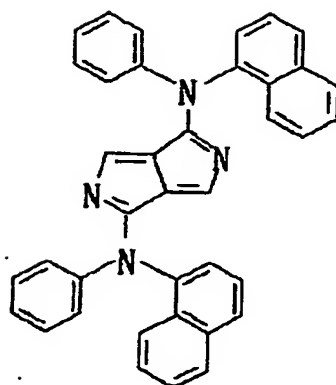
106.



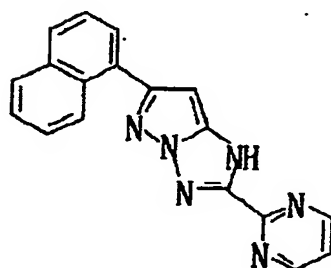
【005.8】

【化 35】

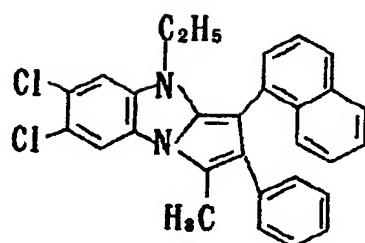
107.



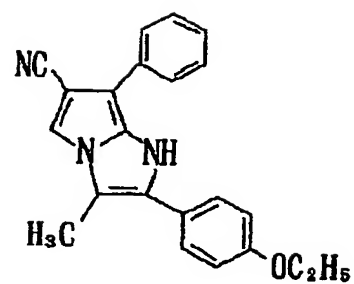
108.



109.



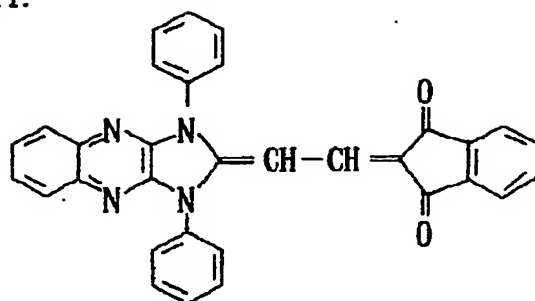
110.



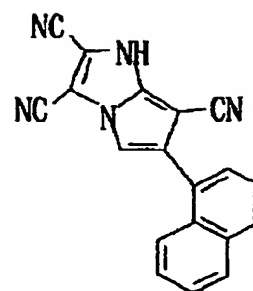
【0059】

【化 36】

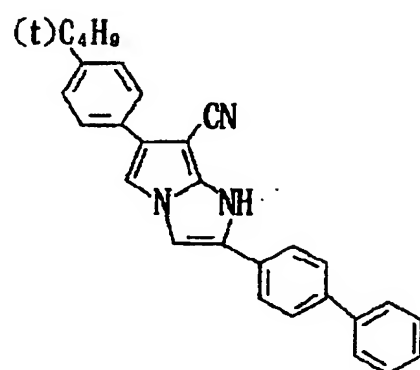
111.



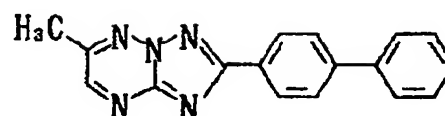
112.



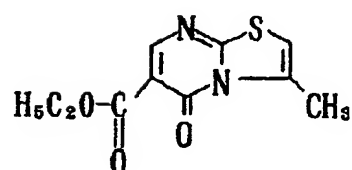
113.



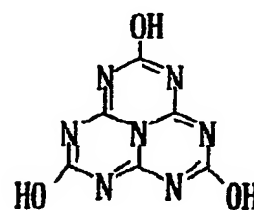
114.



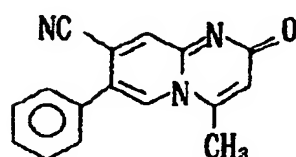
115.



116.



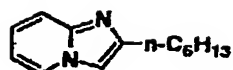
117.



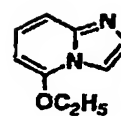
【0060】

【化 37】

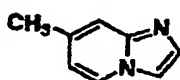
118



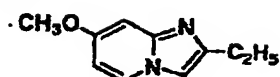
123



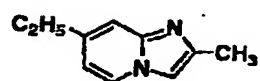
119



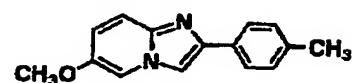
124



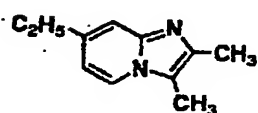
120



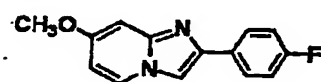
125



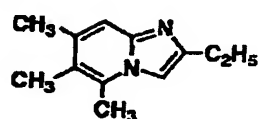
121



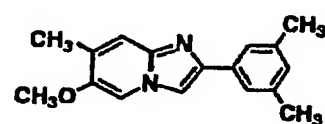
126



122



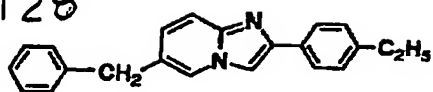
127



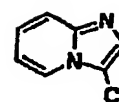
【0061】

【化 38】

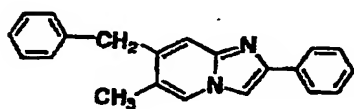
128



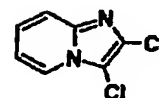
133



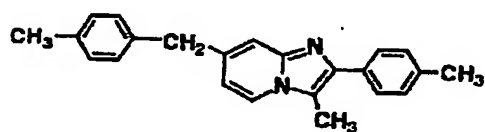
129



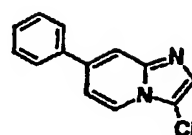
134



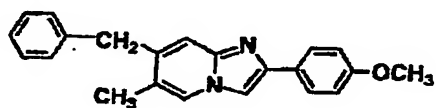
130



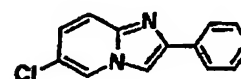
135



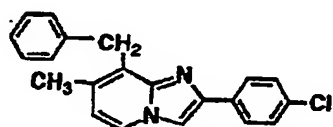
131



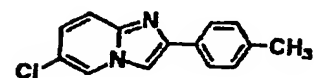
136



132



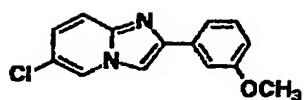
137



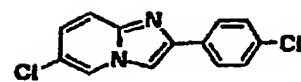
【0062】

【化 39】

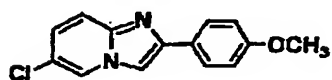
138



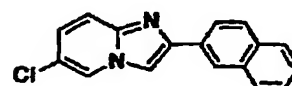
143



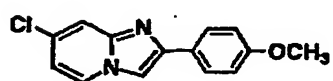
139



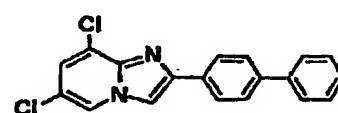
144



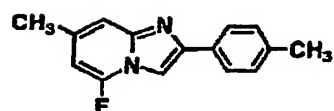
140



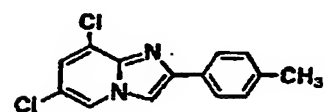
145



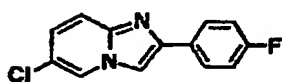
141



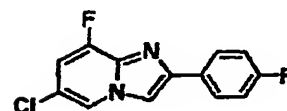
146



142



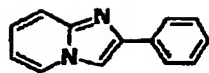
147



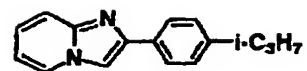
【0063】

【化 40】

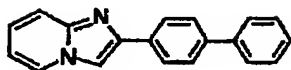
148



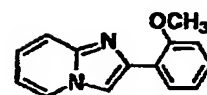
153



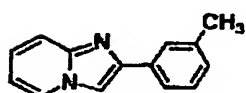
149



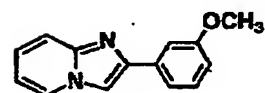
154



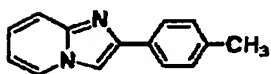
150



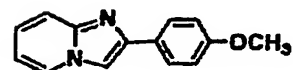
155



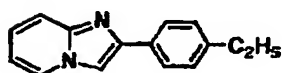
151



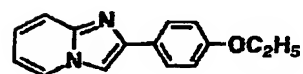
156



152



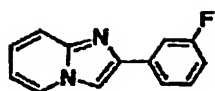
157



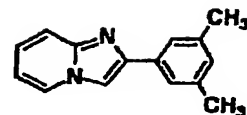
【0064】

【化 4 1】

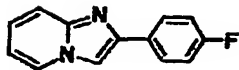
158



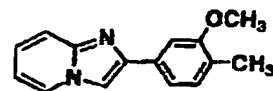
163



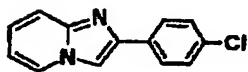
159



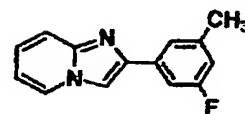
164



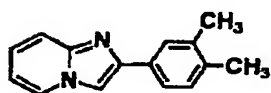
160



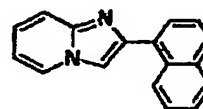
165



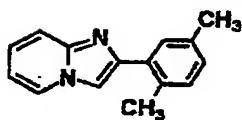
161



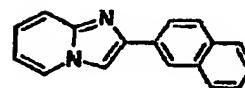
166



162



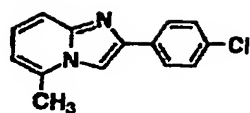
167



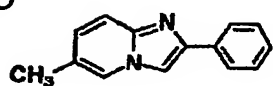
【0065】

【化 4 2】

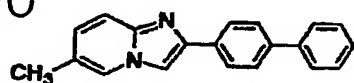
168



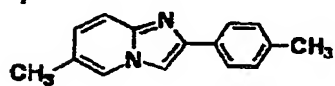
169



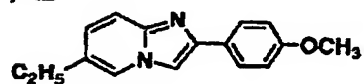
170



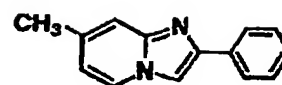
171



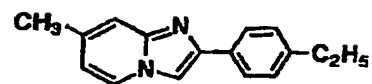
172



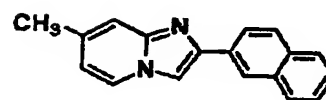
173



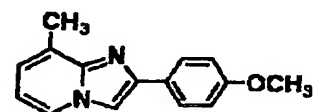
174



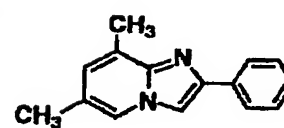
175



176

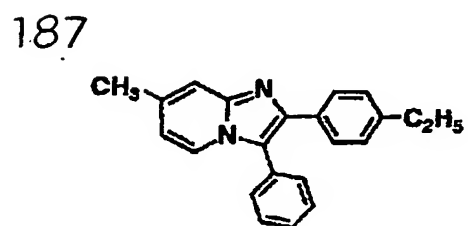
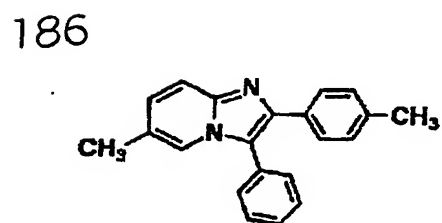
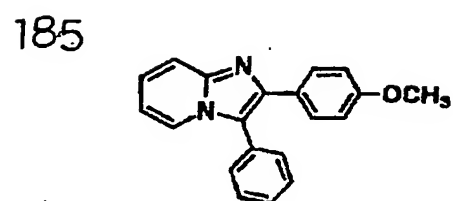
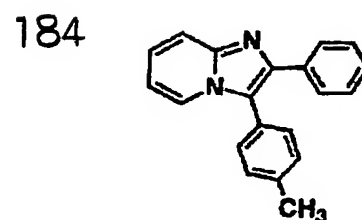
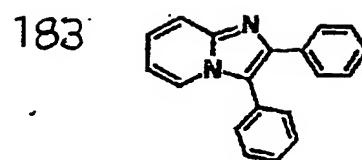
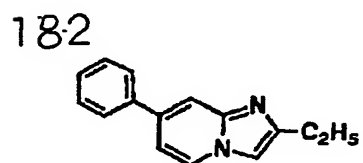
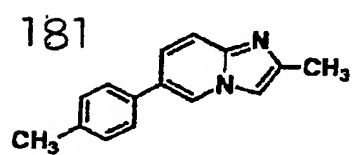
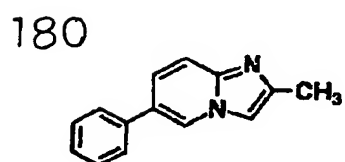
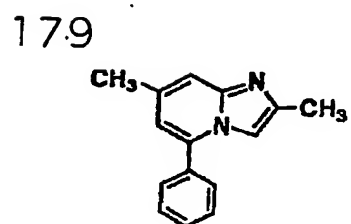
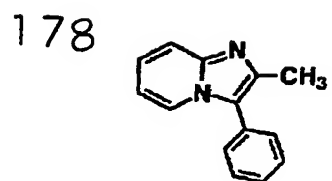


177



【0066】

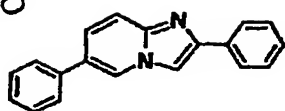
【化 43】



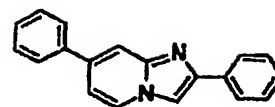
【0067】

【化 4 4】

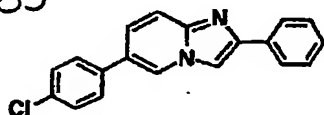
188



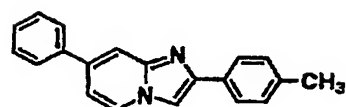
193



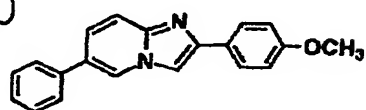
189



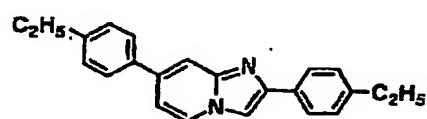
194



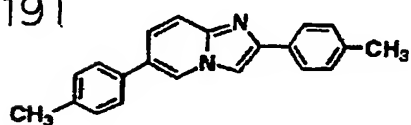
190



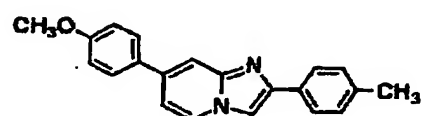
195



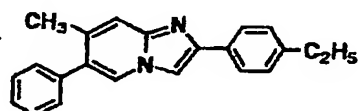
191



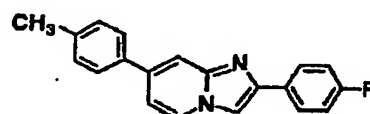
196



192

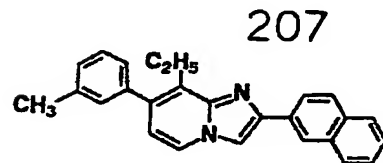
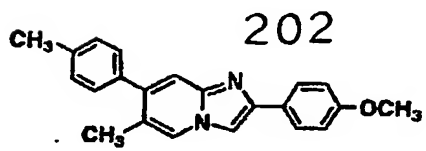
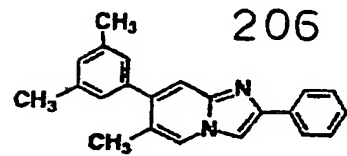
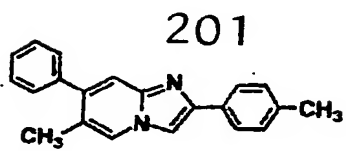
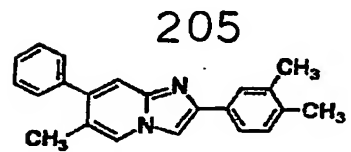
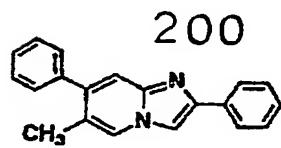
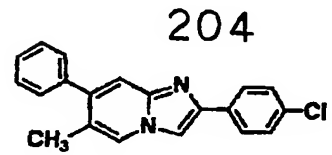
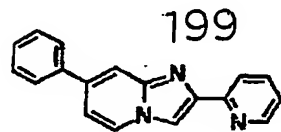
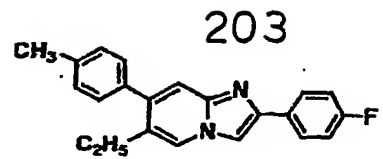
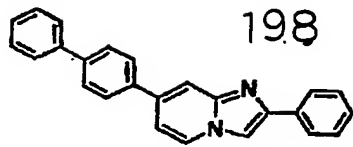


197



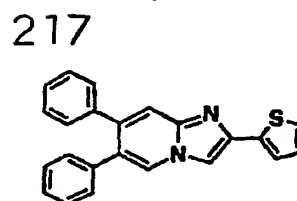
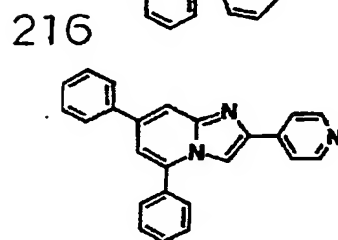
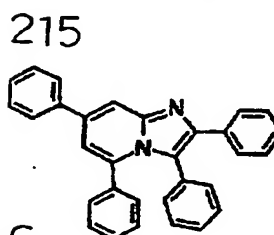
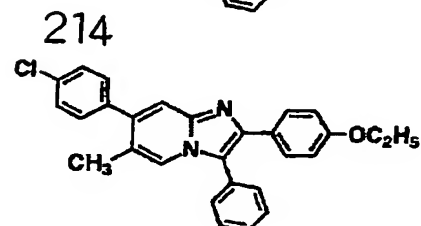
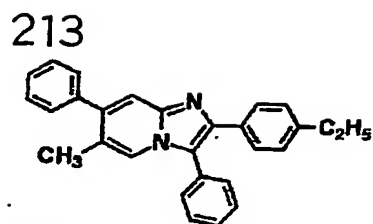
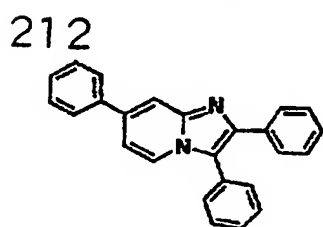
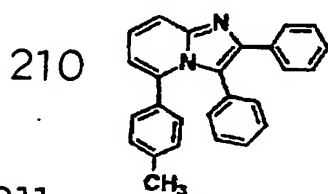
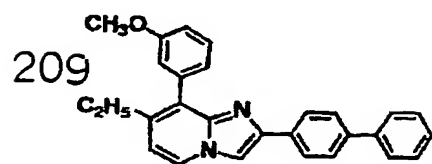
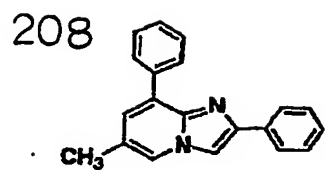
【0068】

【化 45】



【0069】

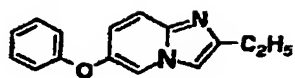
【化 46】



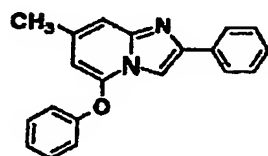
【0070】

【化 47】

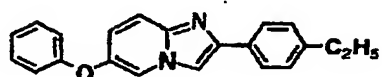
218



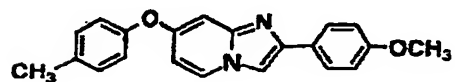
219



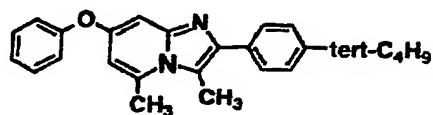
220



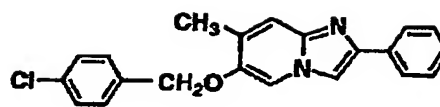
221



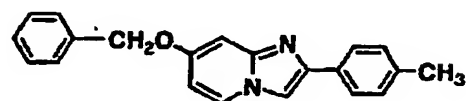
222



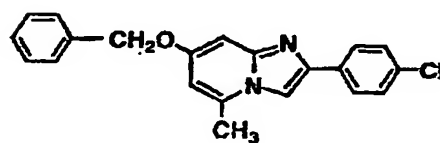
223



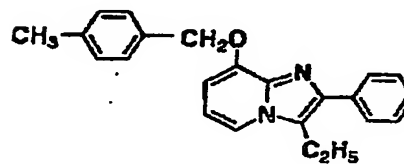
224



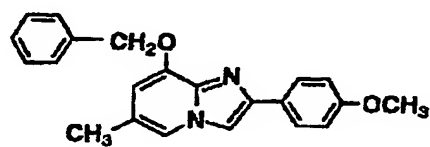
225



226



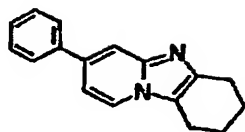
227



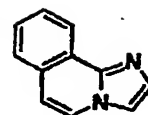
【0071】

【化 48】

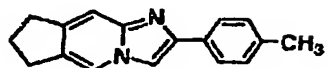
228



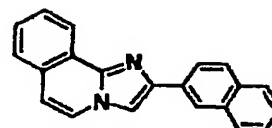
233



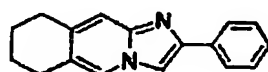
229



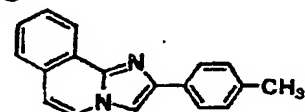
234



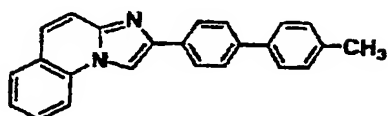
230



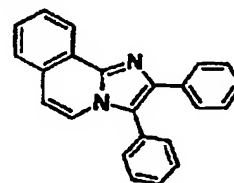
235



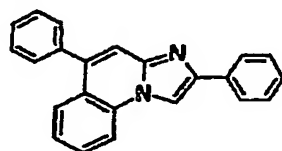
231



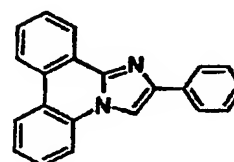
236



232

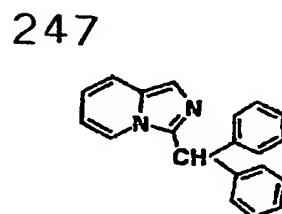
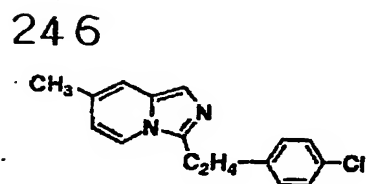
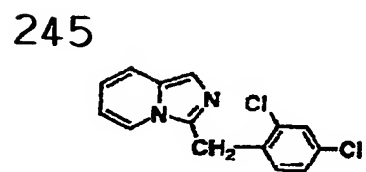
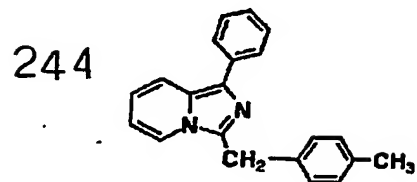
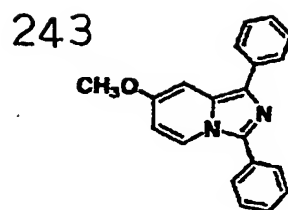
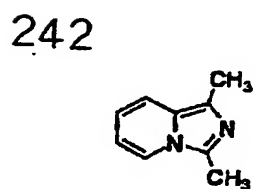
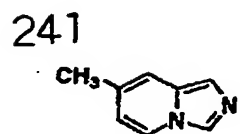
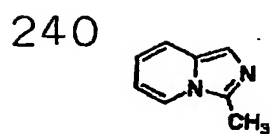
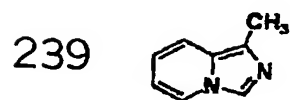


237



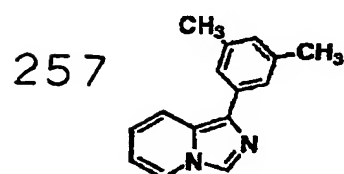
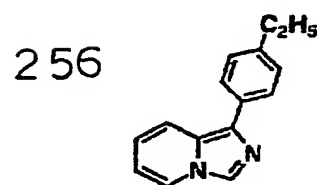
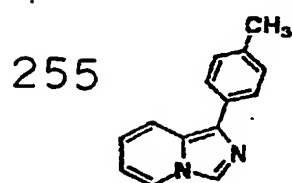
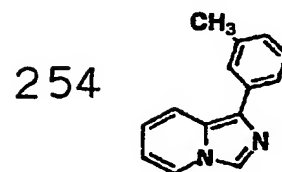
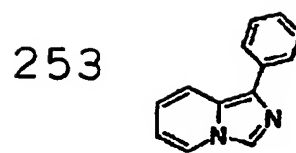
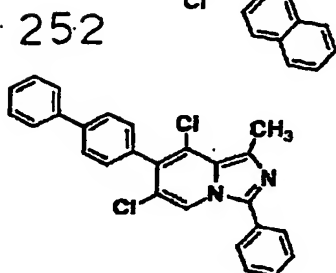
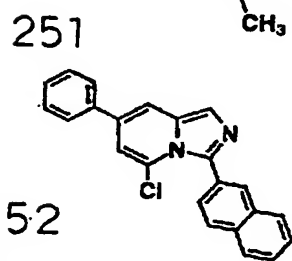
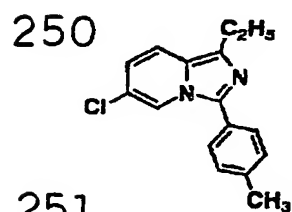
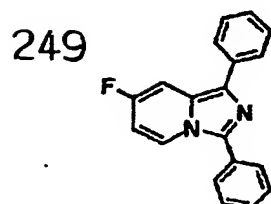
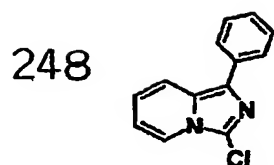
【0072】

【化 49】



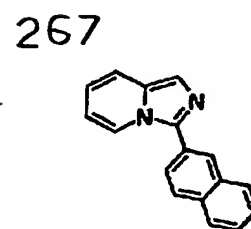
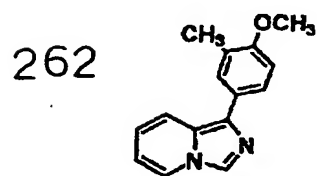
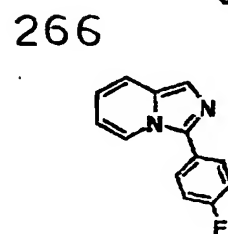
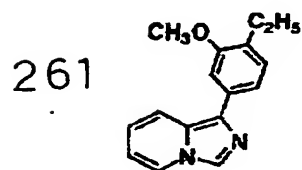
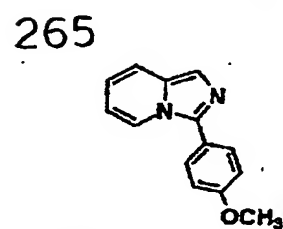
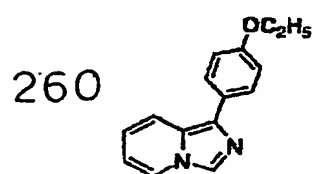
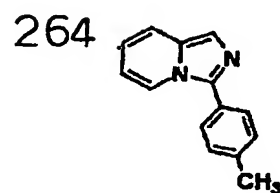
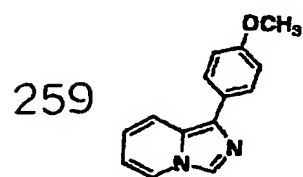
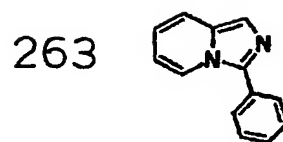
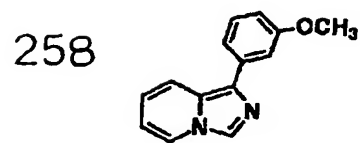
【0073】

【化50】



【0074】

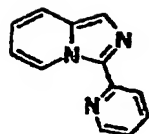
【化 51】



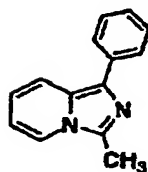
【0075】

【化52】

268



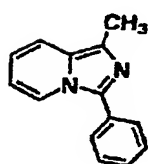
269



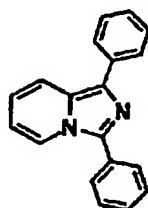
270



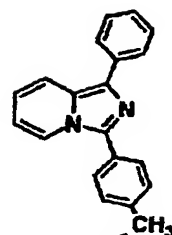
271



272



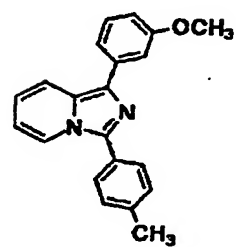
273



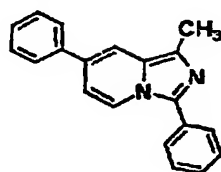
274



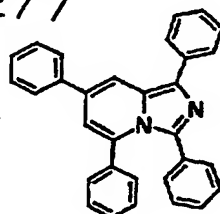
275



276



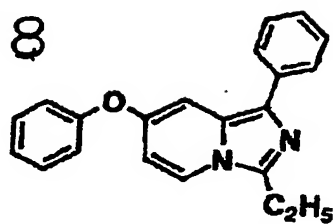
277



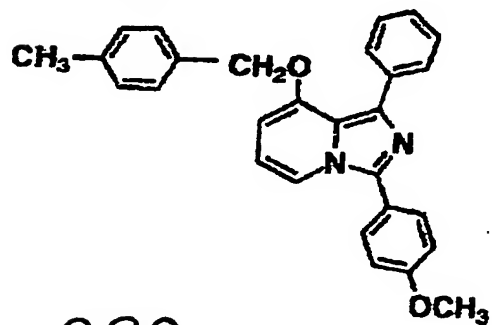
【0076】

【化 53】

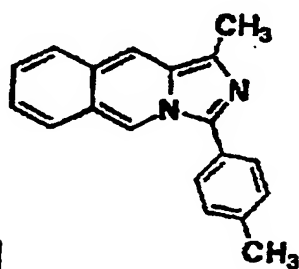
278



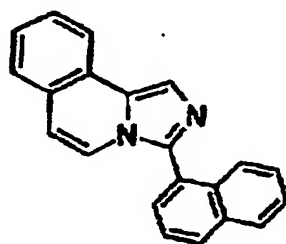
279



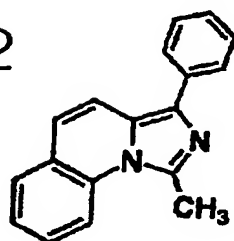
280



281

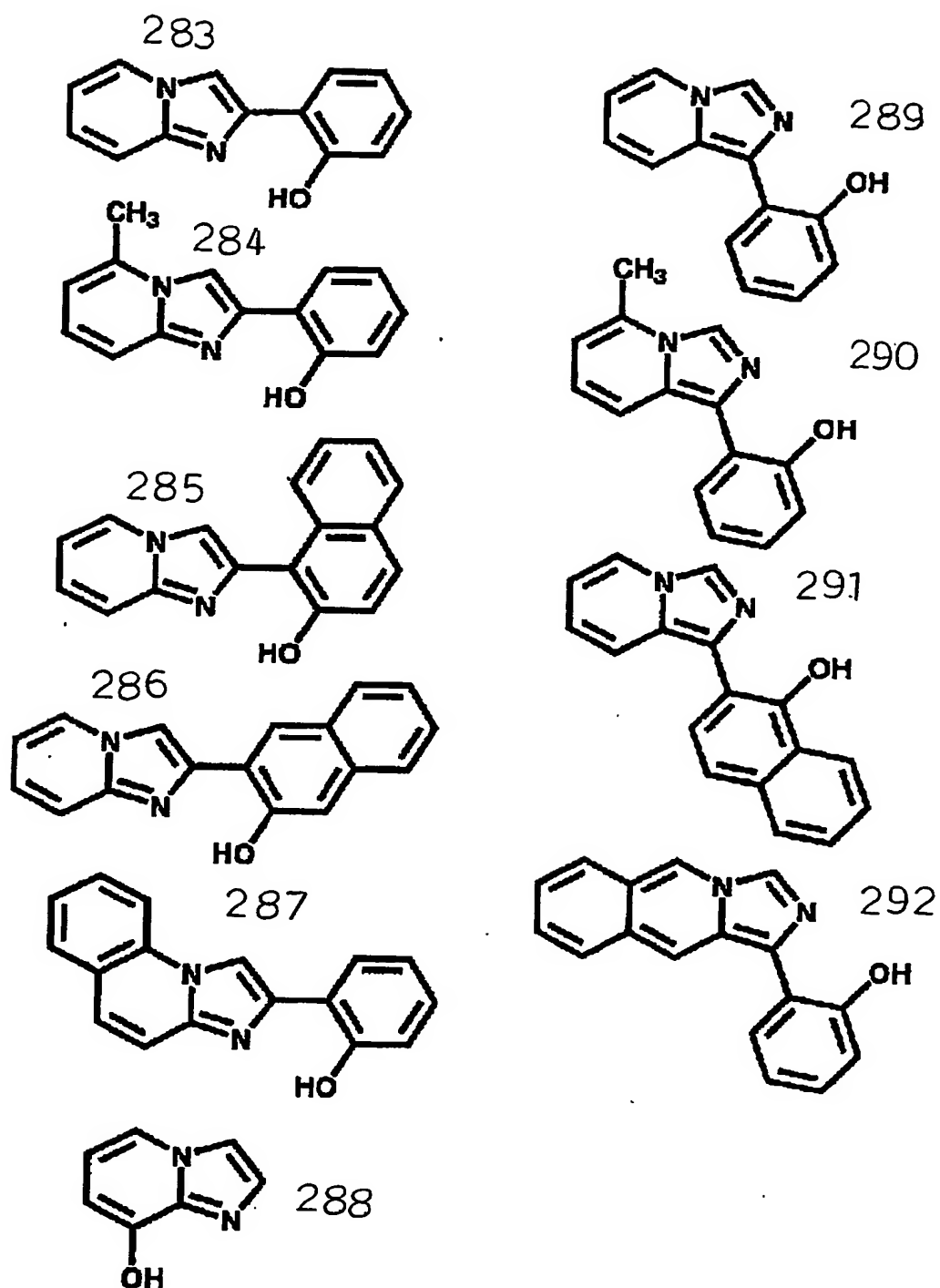


282



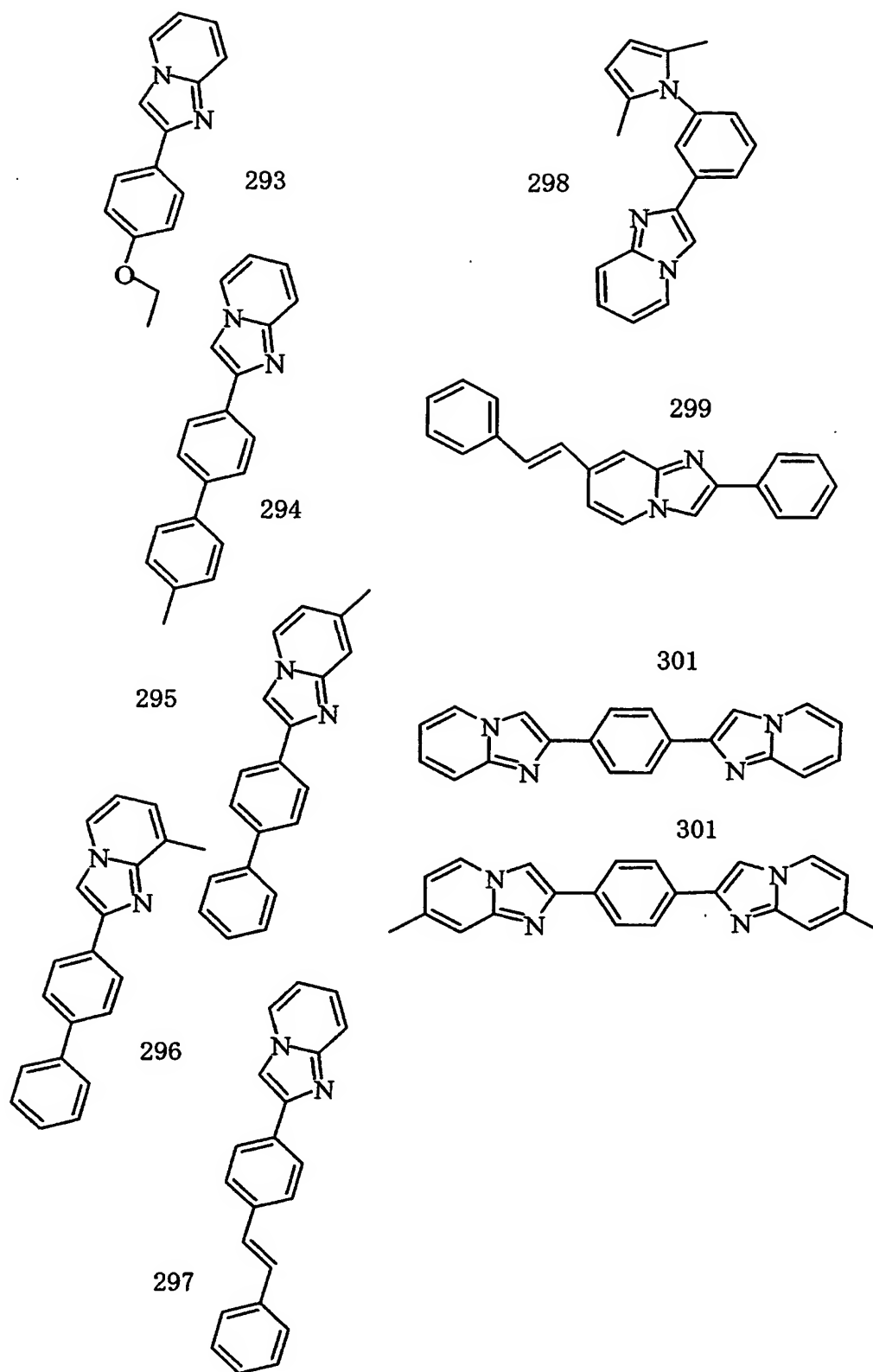
【0077】

【化 5 4】



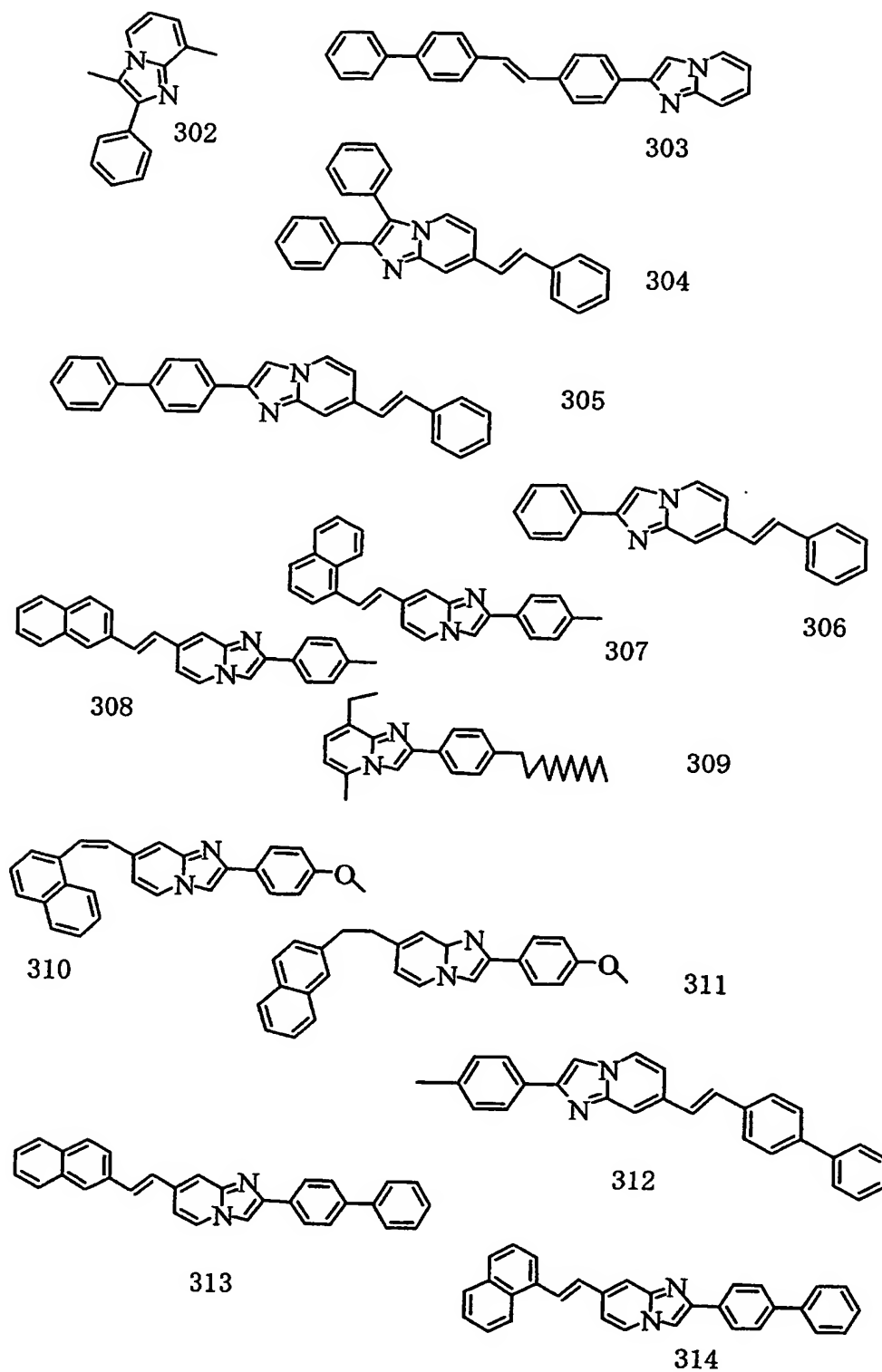
【0078】

【化 55】



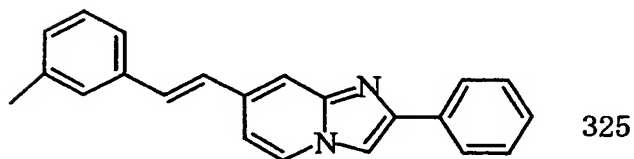
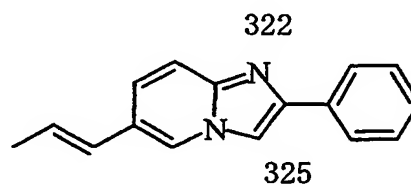
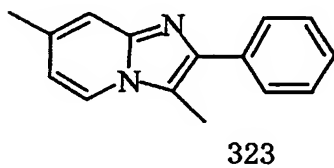
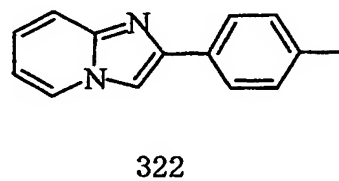
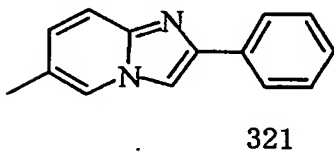
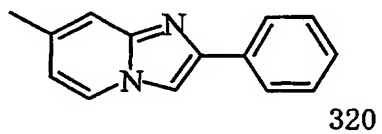
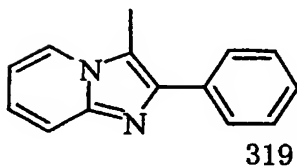
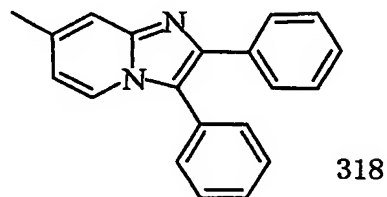
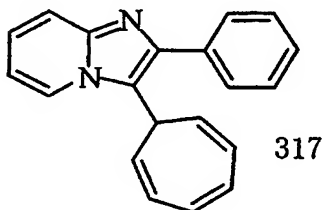
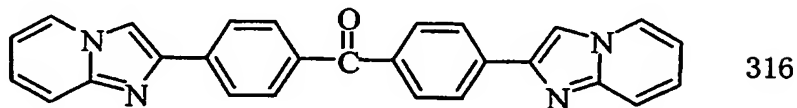
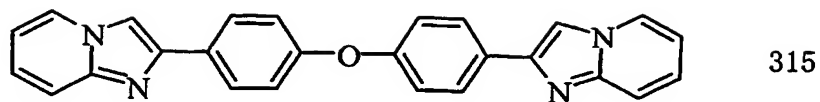
【0079】

【化 56】



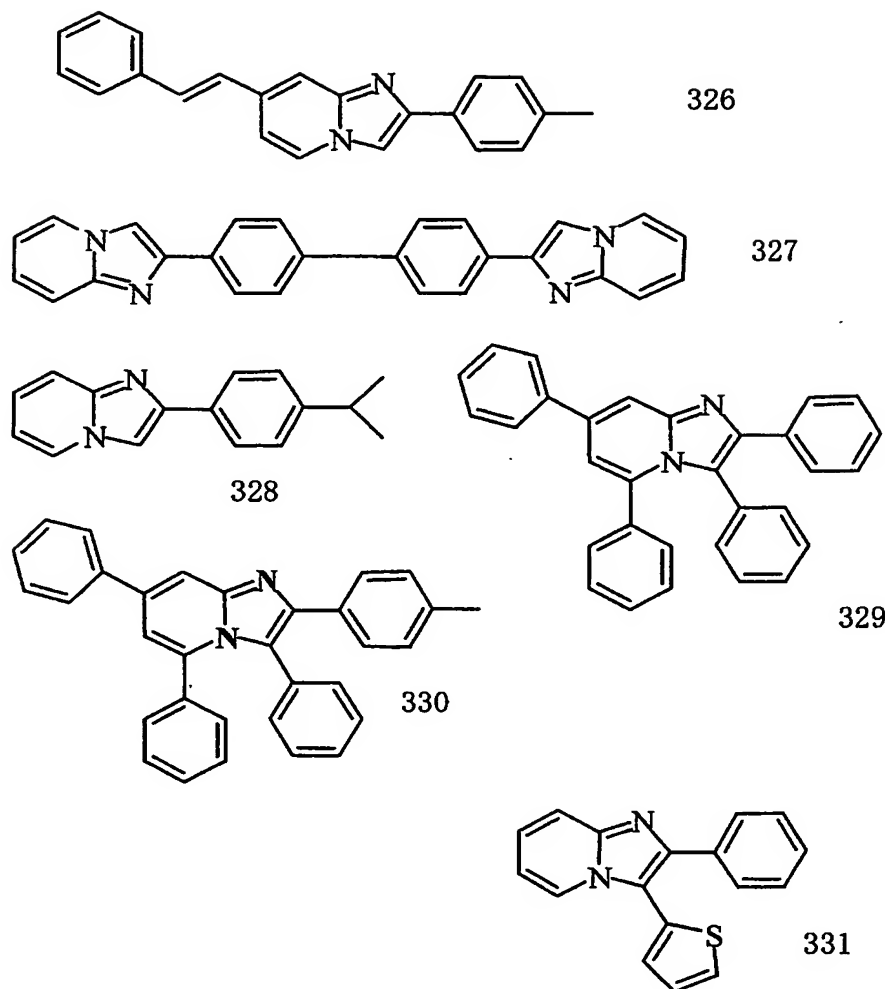
【0080】

【化 57】



【0081】

【化 58】



【0082】

以下、本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成について説明する。

本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成としては、基板上にゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の3端子、絶縁体層及び有機半導体層が設けられ、ソースドレイン間電流をゲート電極に電圧を印加することによって制御する薄膜トランジスタであれば、限定されなく、公知の素子構成を有するものであってもよい。

【0083】

これらのうち、代表的な有機薄膜トランジスタの素子構成として素子A～Dを図1～4に示す。このように、電極の位置、層の積層順などによりいくつかの構成が知られており、本発明の有機薄膜トランジスタは、電界効果トランジスタ(FET: Field Effect Transistor)構造を有している。有機薄膜トランジスタは、有機半導体層(有機化合物層)と、相互に所定の間隔をあけて対向するように形成されたソース電極及びドレイン電極と、ソース、ドレインからそれぞれ所定の距離をあけて形成されたゲート電極とを有し、ゲート電極に電圧を印加することによってソースドレイン電極間に流れる電流を制御する構成を備える。ここで、ソース電極とドレイン電極の間隔は本発明の有機薄膜トランジスタを用いる用途によって決定され、通常は $0.1\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$ 、好ましくは $1\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $5\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ である。

【0084】

素子A～Dのうち、図1の素子Aを例としてさらに詳しく説明すると、素子Aの有機薄膜トランジスタは、基板上に、ゲート電極(層)及び絶縁体層をこの順に有し、絶縁体層

上に、所定の間隔をあけて形成された一対のソース／ドレイン電極を有し、その上に有機半導体層が形成される。有機半導体層がチャネル領域を成しており、ゲート電極に印加される電圧でソース電極とドレイン電極の間に流れる電流が制御されることによってオン／オフ動作する。

【0085】

本発明の有機薄膜トランジスタは、前記素子A～D以外の素子構成にも、有機薄膜トランジスタとして種々の構成が提案されており、ゲート電極に印加される電圧でソース電極とドレイン電極の間に流れる電流が制御されることによってオン／オフ動作や増幅などの効果が発現する仕組みであればこれらの素子構成に限定されるものではなく、例えば、産業技術総合研究所の吉田らにより第49回応用物理学関係連合講演会講演予稿集27a-M-3(2002年3月)において提案されたトップアンドボトムコンタクト型有機薄膜トランジスタ(図5参照)や、千葉大学の工藤らにより電気学会論文誌118-A(1998)1440頁において提案された縦形の有機薄膜トランジスタ(図6参照)のような素子構成を有するものであってもよい。

【0086】

本発明の有機薄膜トランジスタにおける基板は、有機薄膜トランジスタの構造を支持する役目を担うものであり、材料としてはガラスの他、金属酸化物や窒化物などの無機化合物、プラスチック(PET, PES, PC)や金属基板あるいはこれら複合体や積層体なども用いることが可能である。また、基板以外の構成要素により有機薄膜トランジスタの構造を十分に支持し得る場合には、基板を使用しないことも可能である。

また、基板の材料としてはシリコン(Si)ウエハが用いられることが多い。この場合Si自体をゲート電極兼基板として用いることができる。また、Siの表面を酸化し、SiO₂を形成して絶縁層として活用することも可能である。この場合、前記素子Aを例にすると、図6に示すように、基板兼ゲート電極のSi基板にリード線接続用の電極として、しばしばAuなどの金属層を成膜する。

【0087】

本発明の有機薄膜トランジスタにおける前記ゲート電極、ソース電極及びドレイン電極の材料としては、例えば、クロム(Cr)、チタン(Ti)、銅(Cu)、アルミニウム(Al)、モリブデン(Mo)、タングステン(W)、ニッケル(Ni)、金(Au)、パラジウム(Pd)、インジウム、白金(Pt)、銀(Ag)、錫(Sn)、マグネシウム、マグネシウム－インジウム合金、マグネシウム－アルミニウム合金、アルミニウム－リチウム合金、アルミニウム－スカンジウム－リチウム合金、マグネシウム－銀合金等の金属や合金の他、酸化インジウム錫合金(ITO)、高ドーピングシリコン、酸化錫(NESSA)、導電性ポリアニリン、導電性ポリピロール、導電性ポリチアジル及び導電性ポリマー等並びにこれらを組合せたものが挙げられ、このような材料で構成することにより接触抵抗を低減して電気特性を改善することができる。前記ゲート電極、ソース電極及びドレイン電極の厚みは、それぞれ30～500nmであると好ましく、通常、例えば、蒸着、スパッタリング、化学蒸着、電着、無電解メッキ、スピンコーティング、印刷又は塗布等の手段により形成される。

【0088】

本発明の有機薄膜トランジスタにおける絶縁体層の材料としては、例えば、シリコン酸化物、シリコン窒化物、チタン酸化物、バリウム酸化物、ストロンチウム酸化物、ジルコニウム酸化物、鉛酸化物、ランタン酸化物、フッ素酸化物、マグネシウム酸化物、ビスマス酸化物、タンタル酸化物及びニオブ酸化物等が挙げられ、具体的には、二酸化ケイ素、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウム酸チタン酸バリウム、ジルコニウム酸チタン酸鉛、チタン酸鉛ランタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、フッ化バリウムマグネシウム、チタン酸ビスマス、チタン酸ストロンチウムビスマス、五酸化タンタル、タンタル酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ニオブ酸ビスマス、二酸化チタン及び三酸化イットリウム並びにこれらを組合せたものが挙げられ、好ましくは、Si₃N₄、Si_xN_y(x, y>0)、SiON_x等の窒化ケイ素である。

【0089】

また、絶縁体層は、アルコキシド金属を含む前駆物質でも形成されていてもよく、この前駆物質の溶液を例えば基板に被覆し、これを熱処理を含む化学溶液処理をすることにより絶縁体層が形成される。

前記アルコキシド金属における金属としては、例えば、遷移金属、ランタノイド、又は主族元素から選択され、具体的には、バリウム (Ba)、ストロンチウム (Sr)、チタン (Ti)、ビスマス (Bi)、タンタル (Ta)、ジルコン (Zr)、鉄 (Fe)、ニッケル (Ni)、マンガン (Mn)、鉛 (Pb)、ランタン (La)、リチウム (Li)、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、ルビジウム (Rb)、セシウム (Cs)、フランシウム (Fr)、ベリリウム (Be)、マグネシウム (Mg)、カルシウム (Ca)、ニオブ (Nb)、タリウム (Tl)、水銀 (Hg)、銅 (Cu)、コバルト (Co)、ロジウム (Rh)、スカンジウム (Sc) 及びイットリウム (Y) 等が挙げられる。

また、前記アルコキシド金属におけるアルコキシドとしては、例えば、メタノール、エタノール、プロパノール、イソプロパノール、ブタノール、イソブタノール等を含むアルコール類、メトキシエタノール、エトキシエタノール、プロポキシエタノール、ブトキシエタノール、ペントキシエタノール、ヘプトキシエタノール、メトキシプロパノール、エトキシプロパノール、プロポキシプロパノール、ブトキシプロパノール、ペントキシプロパノール、ヘプトキシプロパノールを含むアルコキシアルコール類等から誘導されるものが挙げられる。

【0090】

本発明において、絶縁体層を上記したような材料で構成すると、絶縁体層中に空乏層が発生しやすくなり、トランジスタ動作のしきい電圧を低減することができる。また、上記材料の中でも、特に、 Si_3N_4 、 Si_xN_y ($x, y > 0$)、 SiON_x 等の窒化ケイ素で絶縁体層を形成すると、空乏層がいつそう発生しやすくなり、トランジスタ動作のしきい電圧をさらに低減させることができる。また、前記絶縁体層の厚みは、10~150 nm であると好ましく、通常、例えば、真空蒸着、スパッタリング、熱 CVD 法、熱酸化、陽極酸化法等の手段により形成される。

【0091】

本発明の有機薄膜トランジスタにおける有機半導体層の膜厚は、特に制限されることはないが、通常、数 nm から 1 μm の範囲であり、10 nm ~ 250 nm であると好ましい。また、有機半導体層の形成方法は特に限定されることはなく公知の方法を適用でき、例えば、分子線蒸着法 (MBE 法)、真空蒸着法、化学蒸着、材料を溶媒に溶かした溶液のディッピング法、スピンコーティング法、キャスト法、バーコート法、ロールコート法等の印刷、塗布法及びベーキング、エレクトロポリマライゼーション、分子ビーム付着、溶液からのセルフ・アセンブリ、並びにこれらの組合せた手段により前記したような有機半導体層の材料で形成される。

【0092】

本発明の有機薄膜トランジスタの形成方法としては、特に限定されず公知の方法によればよいが、基板投入、ゲート電極形成、絶縁体層形成、有機半導体層形成、ソース電極形成、ドレイン電極形成までの一連の素子作製工程を全く大気に触れることなく形成すると、大気との接触による大気中の水分や酸素などによる素子性能の阻害を防止できるため好ましい。やむおえず、一度大気に触れさせなければならないときは、有機半導体層成膜以後の工程は大気に全く触れさせない工程とし、有機半導体層成膜直前には、有機半導体層を積層する面 (例えば素子 A の場合は絶縁層に一部ソース電極、ドレイン電極が積層された表面) を紫外線照射、紫外線/オゾン照射、酸素プラズマ、アルゴンプラズマ等で清浄化・活性化した後、有機半導体層を積層することが望ましい。

【実施例】

【0093】

次に、実施例を用いて本発明をさらに詳しく説明する。

実施例 1

有機薄膜トランジスタを以下の手順で作製した。まず、Si 基板（P 型比抵抗 $1\ \Omega\text{cm}$ ゲート電極兼用）を熱酸化法にて表面を酸化させ、基板上 400nm の熱酸化膜を作成して絶縁体層とした。さらに基板の一方に成膜した SiO_2 膜をドライエッチングにて完全に除去した後、スパッタ法にてクロムを 20nm の膜厚で成膜し、さらにその上に金（Au）を 100nm スパッタにて成膜し取り出し電極とした。次いで、この絶縁体膜上に、金属マスクを通して金を 150nm の膜厚で成膜することにより、互いに接しないソース電極及びドレイン電極を、間隔（チャンネル長 L ）が $100\ \mu\text{m}$ になるように形成した。そのときソース電極とドレイン電極の幅（チャンネル幅 W ）は 4mm となるように成膜した。引き続き、別の金属マスクを通して、真空蒸着法により前記化合物（1）を 150nm 膜厚の有機半導体層として成膜し、有機薄膜トランジスタを作製した（図 7 参照）。

得られた有機薄膜トランジスタについて、図 7 のような回路構成にて、 $+40\text{V}$ のゲート電圧 V_G を印加し、ソースドレイン間に電圧を印加して電流を流した。この場合、電子が有機半導体層のチャンネル領域（ソースドレイン間）に誘起され、 n 型トランジスタとして動作する。その結果、電流飽和領域でのソースドレイン電極間の電流のオン／オフ比は 1.2×10^8 であった。また、電子の電界効果移動度 μ を下記式（A）より算出したところ $6.3 \times 10^{-2}\text{cm}^2/\text{Vs}$ であった。

$$I_D = (W/2L) \cdot C_\mu \cdot (V_G - V_T)^2 \quad (\text{A})$$

式中、 I_D はソースドレイン間電流、 W はチャンネル幅、 L はチャンネル長、 C はゲート絶縁体層の単位面積あたりの電気容量、 V_T はゲート閾値電圧、 V_G はゲート電圧である。

【0094】

実施例 2～89

実施例 1 において、有機半導体層の材料として、化合物（1）の代わりに第 1 表に記載の化合物を用いた以外は同様にして有機薄膜トランジスタを作製した。得られた有機薄膜トランジスタについて、実施例 1 と同様にして、 $+40\text{V}$ のゲート電圧 V_G にて、ソースドレイン電極間の電流のオン／オフ比を測定し、及び電子の電界効果移動度 μ を算出した結果を第 1 表に示す。

【0095】

【表 1】

第1表

実施例	化合物No	電子の電界効果 移動度 (cm^2/Vs)	オン/オフ比
2	5	6.3×10^{-2}	1.2×10^8
3	10	7.5×10^{-2}	8.5×10^7
4	11	9.8×10^{-3}	1.8×10^8
5	14	9.5×10^{-3}	9.8×10^6
6	16	1.7×10^{-2}	3.7×10^7
7	21	8.5×10^{-2}	3.5×10^7
8	31	9.4×10^{-3}	2.5×10^7
9	40	9.8×10^{-3}	5.8×10^8
10	46	2.3×10^{-2}	7.6×10^6
11	51	8.3×10^{-2}	6.6×10^6
12	59	3.9×10^{-3}	3.2×10^8
13	67	9.8×10^{-3}	2.5×10^7
14	76	7.2×10^{-2}	1.9×10^9
15	83	8.0×10^{-2}	9.8×10^6
16	97	5.8×10^{-3}	3.7×10^6
17	106	4.5×10^{-3}	1.2×10^7
18	107	4.2×10^{-2}	2.5×10^7
19	111	8.3×10^{-2}	1.8×10^8
20	112	9.4×10^{-3}	7.2×10^6
21	113	9.9×10^{-3}	3.8×10^7
22	114	2.4×10^{-2}	2.7×10^7
23	115	8.0×10^{-2}	2.6×10^7
24	116	2.7×10^{-3}	6.8×10^7
25	117	5.8×10^{-3}	9.5×10^6
26	118	3.5×10^{-2}	8.7×10^6
27	119	8.3×10^{-2}	3.4×10^8
28	120	7.8×10^{-3}	2.6×10^7
29	121	7.9×10^{-3}	1.0×10^8
30	122	1.7×10^{-2}	6.8×10^6
31	123	4.5×10^{-2}	6.5×10^6
32	124	4.9×10^{-3}	7.8×10^6
33	125	9.5×10^{-3}	2.5×10^7
34	126	5.6×10^{-2}	5.8×10^7
35	127	8.3×10^{-2}	3.5×10^6
36	136	7.6×10^{-3}	4.7×10^6
37	145	6.6×10^{-3}	1.2×10^8
38	148	8.7×10^{-2}	3.6×10^7
39	149	8.3×10^{-2}	1.4×10^8
40	151	6.4×10^{-3}	3.8×10^7
41	152	6.8×10^{-3}	8.5×10^6
42	165	1.2×10^{-2}	4.8×10^6
43	167	8.3×10^{-2}	2.5×10^7
44	170	6.1×10^{-3}	8.5×10^6
45	171	9.8×10^{-3}	3.7×10^7

【0096】

【表 2】

第1表(つづき)

実施例	化合物No	電子の電界効果 移動度 (cm^2/Vs)	オン/オフ比
46	172	4.6×10^{-2}	3.2×10^7
47	183	8.3×10^{-2}	5.5×10^7
48	188	2.8×10^{-3}	5.6×10^7
49	193	6.8×10^{-3}	9.8×10^6
50	198	5.2×10^{-2}	3.7×10^7
51	208	8.0×10^{-2}	6.5×10^7
52	212	1.0×10^{-3}	6.5×10^7
53	215	9.8×10^{-3}	5.6×10^8
54	216	5.0×10^{-2}	6.6×10^6
55	217	8.5×10^{-2}	6.6×10^6
56	218	1.9×10^{-3}	3.7×10^7
57	228	9.8×10^{-3}	1.5×10^7
58	229	1.7×10^{-2}	1.4×10^8
59	230	8.5×10^{-2}	9.4×10^7
60	232	4.8×10^{-3}	5.6×10^6
61	233	9.8×10^{-3}	7.6×10^7
62	234	1.2×10^{-2}	2.5×10^7
63	236	8.4×10^{-2}	1.6×10^8
64	237	1.7×10^{-3}	6.1×10^6
65	238	9.9×10^{-3}	3.7×10^7
66	245	6.7×10^{-2}	6.5×10^7
67	248	8.0×10^{-2}	2.6×10^7
68	253	7.7×10^{-3}	4.4×10^7
69	255	5.8×10^{-3}	8.2×10^6
70	265	2.9×10^{-2}	5.7×10^6
71	267	6.3×10^{-2}	2.2×10^8
72	268	4.8×10^{-3}	2.4×10^7
73	272	6.8×10^{-3}	1.1×10^8
74	273	6.2×10^{-2}	6.1×10^6
75	277	7.5×10^{-2}	5.5×10^6
76	281	6.8×10^{-3}	7.8×10^6
77	298	5.8×10^{-3}	5.5×10^7
78	299	5.2×10^{-2}	5.4×10^7
79	300	4.5×10^{-2}	9.5×10^6
80	308	3.5×10^{-3}	9.7×10^6
81	309	9.4×10^{-3}	2.6×10^8
82	315	1.3×10^{-2}	3.7×10^7
83	323	8.6×10^{-2}	1.7×10^8
84	318	9.8×10^{-3}	3.9×10^7
85	326	9.8×10^{-3}	8.5×10^6
86	327	6.2×10^{-2}	8.8×10^6
87	328	6.5×10^{-2}	2.8×10^7
88	329	5.8×10^{-3}	9.5×10^6
89	331	8.8×10^{-3}	3.8×10^7

【0097】

実施例 90

厚さ1mmのガラス基板上に真空蒸着法によってクロムを100nmの膜厚で成膜し、これをゲート電極とした。次いで、ゲート電極上に、スパッタリングによってSiO₂を300nmの膜厚の絶縁体層として形成した。次いで、この絶縁体層上に、金属マスクを通して金(Au)を150nmの膜厚で成膜することにより、互いに接しないソース電極及びドレイン電極を、間隔(チャンネル長L)が100μm、幅(チャンネル幅W)は4mmになるように形成した。引き続き、別の金属マスクを通して、真空蒸着法により前記化合物(77)を150nm膜厚の有機半導体層として成膜し、有機薄膜トランジスタを作製した(図1参照)。

得られた有機薄膜トランジスタについて、実施例1と同様の回路構成にて、+40Vのゲート電圧V_Gを印加し、ソースドレイン間に電圧を印加して電流を流した。その結果、電流飽和領域でのソースドレイン電極間の電流のオン/オフ比を測定したところ3.1×10⁸であった。また、電子の電界効果移動度μを算出したところ6.9×10⁻³cm²/Vsであった。

【0098】

実施例91

厚さ1mmのガラス基板上に金属マスクを通して金(Au)を150nmの膜厚で成膜することにより、互いに接しないソース電極及びドレイン電極を、間隔(チャンネル長L)が100μm、幅(チャンネル幅W)は4mmになるように形成した。次いで、別の金属マスクを通して、真空蒸着法により化合物(149)を150nm膜厚の有機半導体層として成膜し、次にスパッタ法を用いて酸化アルミニウム(Al₂O₃)を200nm成膜し絶縁体層とした。最後に別のマスクを用いてゲート電極(Al)をスパッタして有機薄膜トランジスタを作製した(図3参照)。

得られた有機薄膜トランジスタについて、実施例1と同様の回路構成にて、+40Vのゲート電圧V_Gを印加し、ソースドレイン間に電圧を印加して電流を流した。その結果、電流飽和領域でのソースドレイン電極間の電流のオン/オフ比を測定したところ3.8×10⁸であった。また、電子の電界効果移動度μを算出したところ2.1×10⁻²cm²/Vsであった。

【0099】

実施例92

厚さ200μmのポリエチレンテレフタレートフィルムを基板として用いた。化合物(309)をトルエンに3質量%溶解させ、基板上にスピンコート法により成膜し、窒素雰囲気下120℃にて乾燥させた。次いで、真空蒸着装置で金属マスクを通して金(Au)を150nmの膜厚で成膜することにより、互いに接しないソース電極及びドレイン電極を、間隔(チャンネル長L)が100μm、幅(チャンネル幅W)は4mmになるように形成した。次に、真空蒸着法を用いてポリエチレンを真空蒸着し絶縁体層とした。その上にAlを真空蒸着してゲート電極とした(図4参照)。

得られた有機薄膜トランジスタについて、実施例1と同様の回路構成にて、+40Vのゲート電圧V_Gを印加し、ソースドレイン間に電圧を印加して電流を流した。その結果、電流飽和領域でのソースドレイン電極間の電流のオン/オフ比を測定したところ4.3×10⁶であった。電子の電界効果移動度μを算出したところ8.6×10⁻⁴cm²/Vsであった。

【0100】

比較例1

実施例1において、化合物(1)の代わりに、ヘキサデカフルオロ銅フタロシアニナート(F₁₆PcCu)を用いた以外は同様にして有機薄膜トランジスタを作製した(図7参照)。

得られた有機薄膜トランジスタについて、実施例1と同様の回路構成にて、+40Vのゲート電圧V_Gを印加し、ソースドレイン間に電圧を印加して電流を流した。その結果、電流飽和領域でのソースドレイン電極間の電流のオン/オフ比を測定したところ1.2×10³であった。電子の電界効果移動度μを算出したところ1.3×10⁻³cm²/Vsであった。

sであった。

【産業上の利用可能性】

【0101】

以上詳細に説明したように、本発明の有機薄膜トランジスタは、有機半導体層の材料として高い電子移動度を有する特定構造のヘテロ環化合物を用いることにより、応答速度（駆動速度）が高速で、しかもオン／オフ比が大きく、トランジスタとしての性能が高いものである。

【図面の簡単な説明】

【0102】

【図1】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【図2】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【図3】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【図4】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

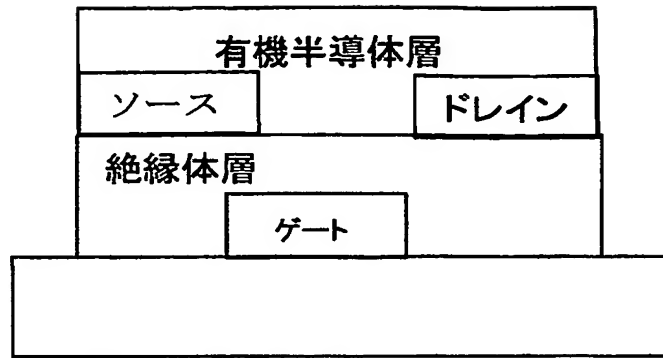
【図5】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【図6】本発明の有機薄膜トランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【図7】本発明の実施例1における有機薄膜トランジスタの素子構成及びそれを用いた回路構成を示す図である。

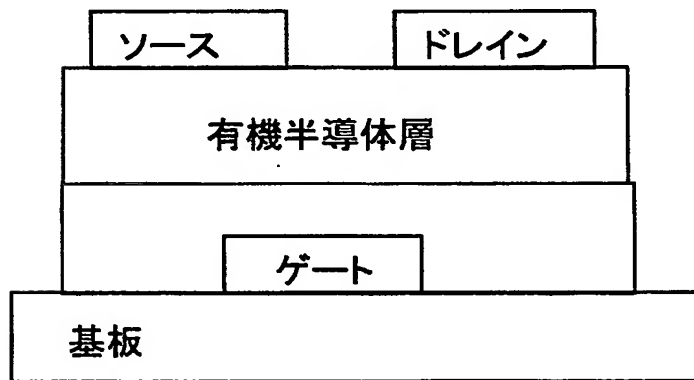
【図8】従来の代表的なトランジスタの素子構成の一例を示す図である。

【書類名】 図面
【図 1】



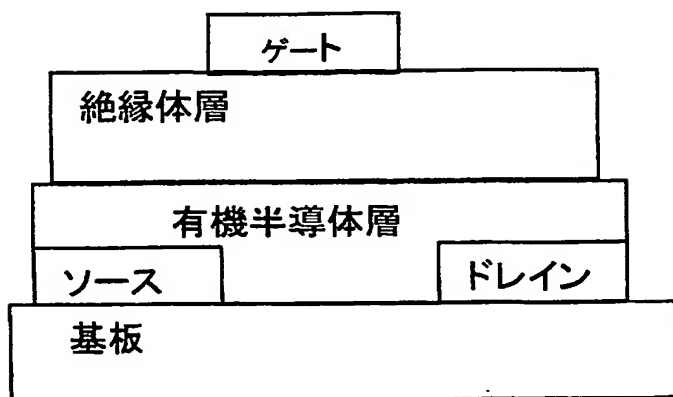
素子 A

【図 2】



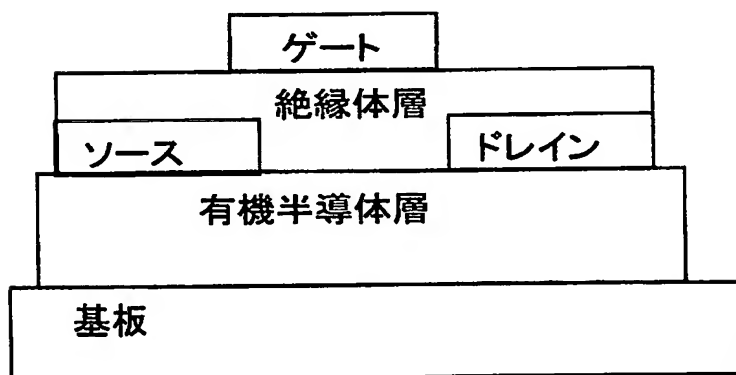
素子 B

【図 3】



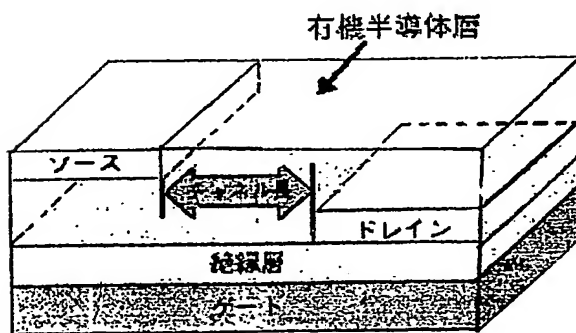
素子C

【図 4】

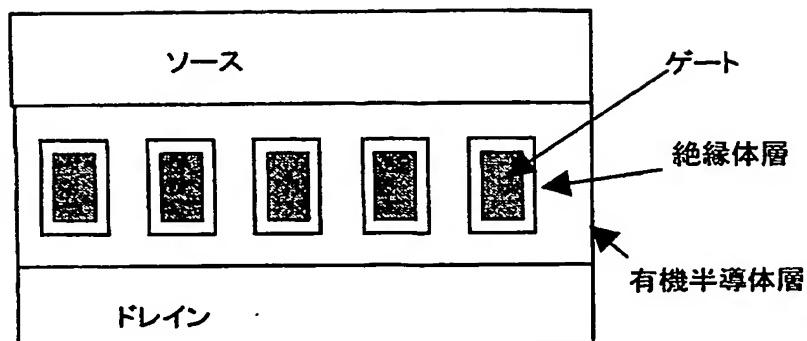


素子D

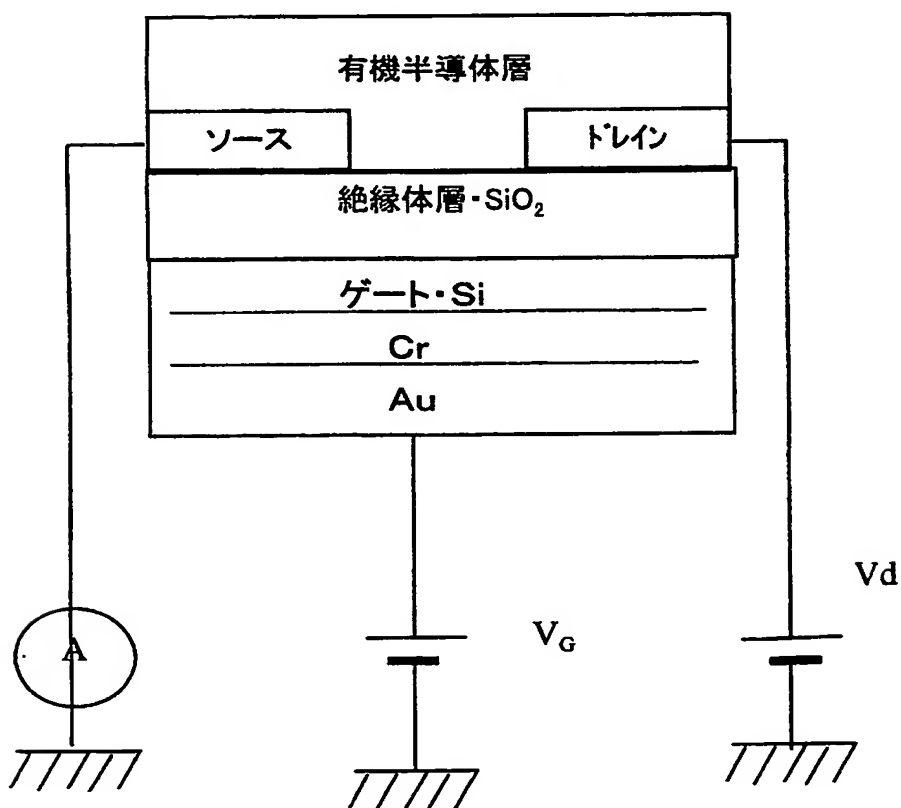
【図 5】



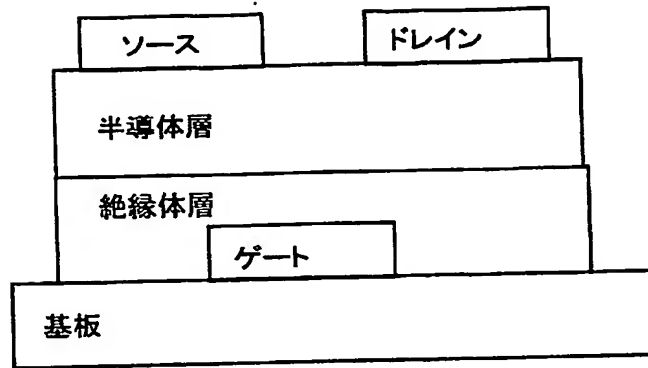
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 応答速度が高速で、しかもオン／オフ比が大きい有機薄膜トランジスタを提供する。

【解決手段】 少なくとも基板上にゲート電極、ソース電極、ドレイン電極の3端子、絶縁体層及び有機半導体層が設けられ、ソースドレイン間電流をゲート電極に電圧を印加することによって制御する薄膜トランジスタにおいて、前記有機半導体層が、縮合部位に窒素原子を有する5員環と5員環又は6員環とが縮合した含窒素ヘテロ環化合物を含む有機薄膜トランジスタ。

【選択図】 なし

特願 2 0 0 3 - 3 7 2 5 5 8

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 8 3 6 4 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都千代田区丸の内 3 丁目 1 番 1 号

氏 名

出光興産株式会社

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.